

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Наумова Наталья Александровна
Должность: Ректор
Дата подписания: 26.08.2026 17:46:03
Уникальный программный ключ:
6b5279da4e034bffa679172803da5b7b559fc69e2

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

Производственная практика (научно-исследовательская работа)

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. № 8
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 производственной практика (научно-исследовательская работа) 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.

Производственная практика (научно-исследовательская работа) входит в часть, формируемую участниками образовательных отношений Блока 2 «Практика».

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	10
4. СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИКИ	11
5. ФОРМЫ ОТЧЕТНОСТИ ПО ПРАКТИКЕ	18
5.1. Дневник практики	18
5.2. Отчёт о НИР по семестрам.....	18
5.3. Итоговый отчёт о НИР за весь период (1-3 семестры)	19
5.4. Публикации и апробация результатов.....	19
5.5. Сроки сдачи отчётности.....	20
5.6. Процедура защиты (зачёта) по практике.....	20
6. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ: МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ (ПРИ НЕОБХОДИМОСТИ)	21
6.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы	21
6.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания	22
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. ..	25
6.3.1. Примерные задания для оценки выполнения этапов НИР (по семестрам).....	25
6.3.2. Примерные вопросы для оценки защиты (собеседования) по итогам семестра.....	27
7. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ПРОХОЖДЕНИЯ ПРАКТИКИ.....	31
8. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ПРАКТИКИ, ВКЛЮЧАЯ ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ (ПРИ НЕОБХОДИМОСТИ)	
33	
8.1. Лицензионное программное обеспечение	33
8.2. Свободно распространяемое программное обеспечение (в том числе отечественного производства)	33
8.3. Информационные справочные системы.....	34
8.4. Профессиональные базы данных.....	34
8.5. Требования к обеспечению учебного процесса программным обеспечением	34
9. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРАКТИКИ	35
9.1. Учебные аудитории для проведения лекционных и групповых занятий.....	35
9.2. Компьютерный класс (лаборатория) для выполнения практических заданий	35
9.3. Перечень оборудования и расходных материалов для камеральной работы (при	

очном проведении в лаборатории)	36
9.4. Программное обеспечение и вычислительные ресурсы	36
9.5. Доступ к электронной информационно-образовательной среде (ЭИОС) университета	37
9.6. Требования к технике безопасности и санитарные нормы.....	37

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

Вид практики – производственная практика.

Тип практики – научно-исследовательская работа.

Способ проведения – стационарная (с возможным выездом для сбора материала или участия в конференциях).

Форма проведения – рассредоточенная (по семестрам).

Место проведения – кафедры и лаборатории факультета естественных наук Государственного университета просвещения, вычислительные кластеры университета, а также удалённый доступ к облачным ресурсам; при наличии договоров – лаборатории профильных организаций.

Объем практики (общий):

Показатель	Часы
Общая трудоёмкость	360 часа (10 з.е.)
Контактная работа с преподавателем (всего)	12,6
Самостоятельная работа (практическая подготовка)	324
Контроль (подготовка отчёта, дневника, презентации)	23,4

Объем по семестрам:

Семес тр	Трудоёмк ость (часы)	З. е.	Контакт ная работа	Самостоятел ьная работа	Контр оль	Форма промежуто чной аттестации
1	108	3	4,2	96	7,8	зачёт с оценкой
2	144	4	4,2	132	7,8	зачёт с оценкой
3	108	3	4,2	96	7,8	зачёт с оценкой
Итог о	360	10	12,6	324	23,4	–

Форма промежуточной аттестации – зачёт с оценкой в 1, 2 и 3 семестрах (по итогам представления отчёта о выполненном этапе НИР).

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 магистранта способности к самостоятельной **научно-исследовательской работе** в области биоинформатики, геномики и экологического мониторинга, включая планирование исследования, сбор и анализ данных, интерпретацию результатов и их апробацию в виде публикаций и отчётов, на протяжении всего периода обучения в магистратуре (1–3 семестры).

Задачи практики (по этапам):

1 семестр (ознакомительно-постановочный этап):

- Определение темы научного исследования совместно с научным руководителем.
- Проведение обзора литературы по теме: поиск и анализ не менее 30–40 источников (PubMed, Scopus, eLibrary).
- Формулировка цели, задач и рабочей гипотезы исследования.
- Составление плана-графика выполнения НИР на весь период обучения (1-3 семестры).
- Освоение базовых **методов** сбора и обработки данных, необходимых для исследования (работа с базами данных, программирование на R/Python, статистические методы).
- **Подготовка и сдача отчёта** о работе за 1 семестр.

2 семестр (основной экспериментально-аналитический этап):

- Сбор и/или генерация данных в соответствии с планом НИР (например, загрузка данных из NCBI SRA, проведение вычислительных экспериментов, работа с лабораторными данными).
- Разработка и реализация пайплайна обработки данных (контроль качества, выравнивание, статистический анализ, визуализация).
- Проведение первичного анализа полученных результатов, их интерпретация.
- Корректировка методов при необходимости (например, уточнение параметров тримминга, выбор другой статистической модели).
- Участие в научном семинаре кафедры с кратким докладом о промежуточных результатах.
- Подготовка и сдача отчёта о работе за 2 семестр.

3 семестр (завершающий этап, подготовка публикаций и ВКР):

- Завершение полного цикла анализа данных, получение окончательных результатов.
- Формулировка выводов исследования, соотнесение их с поставленными задачами.
- Оформление результатов в виде статьи (или тезисов доклада) для публикации в сборнике конференции или журнале (не менее одной публикации / апробации за весь период НИР).
- Подготовка раздела магистерской диссертации (например, «Обзор литературы», «Материалы и методы», предварительные «Результаты»).
- Представление итогового отчёта о НИР за весь период (сводный отчёт по 1-3 семестрам).
- Защита результатов на итоговой конференции кафедры (или на зачёте по практике в 3 семестре).

2.2 Планируемые результаты обучения при прохождении практики

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

Код компетенции	Содержание компетенции
УК-1	Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий.
УК-4	Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия.
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.

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

Компетенция	Знать	Уметь	Владеть
УК-1 (критический анализ, системный подход)	– основные методы критического анализа научной литературы. – принципы системного подхода к решению научных проблем. – методы выработки стратегии исследования (целеполагание, планирование).	– анализировать проблемную ситуацию в области биоинформатики и экологии. – выявлять противоречия в литературных данных и формулировать научную гипотезу. – вырабатывать стратегию действий на разных этапах НИР.	– навыками критической оценки источников информации. – способностью системно мыслить при постановке задач. – опытом корректировки стратегии исследования по результатам промежуточных этапов.
УК-4 (коммуникативные технологии)	– современные коммуникативные технологии для академического взаимодействия (электронная почта, видеоконференции, GitHub, Overleaf). – основы научного	– взаимодействовать с научным руководителем и коллегами с использованием современных средств. – оформлять результаты исследования в виде тезисов, статьи, отчёта.	– навыками работы в системах совместного редактирования (Overleaf, Google Docs). – опытом публичного выступления с докладом.

Компетенция	Знать	Уметь	Владеть
	письма на русском и иностранном языке. – принципы подготовки публикаций и презентаций.	– представлять результаты на научных семинарах и конференциях.	– способностью аргументированно обсуждать результаты на русском и иностранном языке (базовый уровень).
СПК-1 (организация и проведение научных исследований)	– этапы научного исследования (от обзора до апробации). – методы планирования эксперимента и выбора инструментов. – требования к отчётности по этапам НИР.	– организовывать самостоятельное исследование под руководством научного руководителя. – составлять план-график выполнения НИР на семестр и на весь период. – проводить апробацию результатов (доклад, публикация).	– навыками самостоятельного проведения научного исследования. – опытом подготовки отчётов по этапам НИР. – умением работать в малом научном коллективе.
СПК-2 (программы для эпигенетического анализа и качества данных)	– основные программы контроля качества NGS-данных (FastQC, MultiQC). – форматы данных, используемые в эпигенетике (bigWig, bedGraph, BAM). – базовые метрики качества (FRiP, NSC, RSC) – на уровне понимания.	– запускать FastQC и MultiQC для любых FASTQ-файлов. – интерпретировать отчёты о качестве. – применять базовый пик-коллинг (MACS2) при работе с эпигенетическими данными (если тема связана).	– навыками оценки качества данных перед анализом. – способностью документировать шаги контроля качества в отчёте. – пониманием ограничений эпигенетических данных.
СПК-3 (математическое моделирование и решение задач)	– основные типы математических моделей в биологии (дифференциальные уравнения, статистические модели, методы машинного обучения). – методы формализации биологической задачи. – подходы	– формализовывать научную проблему в виде вычислительной задачи. – выбирать адекватные статистические методы (регрессия, дисперсионный анализ, кластеризация). – интерпретировать результаты моделирования в	– навыками работы в среде R или Python для статистического анализа. – способностью анализировать чувствительность модели к параметрам. – опытом получения новых

Компетенция	Знать	Уметь	Владеть
	к верификации и валидации моделей.	терминах исходной биологической проблемы.	научных результатов с помощью моделирования.

3. МЕСТО ПРАКТИКИ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Производственная практика (научно-исследовательская работа) относится к **части, формируемой участниками образовательных отношений** Блока 2 «Практика» федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 06.04.01 Биология (уровень магистратуры).

Характер практики – рассредоточенная, выполняется в течение **1, 2 и 3 семестров** параллельно с теоретическим обучением и другими практиками.

Предшествующие дисциплины и практики, обеспечивающие готовность к НИР:

- Для 1 семестра:
 - **Биоинформатика (работа в базах данных)** (Б1.О.05) – навыки поиска и загрузки данных.
 - **Современные компьютерные технологии в науке** (Б1.О.02) – владение ОС, программирование.
 - **Учебная практика (ознакомительная)** (Б2.О.01(У)) – первичная обработка NGS-данных.
- Для 2 семестра:
 - **Биоинформационные подходы в геномике** (Б1.О.09) – углублённые методы анализа.
 - **Основы математической статистики на R** (Б1.В.07) – статистическая обработка данных.
 - **Учебная практика (по направлению профессиональной деятельности)** (Б2.О.02(У)) – работа с экологическими и ГИС-данными.
 - **Производственная практика (научно-исследовательская работа)**, 1 семестр – наработки первого этапа.
- Для 3 семестра:
 - **Производственная практика (по профилю профессиональной деятельности)** (Б2.В.01(П)) – выполнение самостоятельного проекта.
 - Все предыдущие дисциплины и практики (1–2 семестры).

В свою очередь, успешное прохождение НИР является необходимой основой для:

- **Производственной практики (преддипломной)** (Б2.В.02(Пд)) – 4 семестр, где на основе результатов НИР оформляется магистерская диссертация.
- **Выполнения магистерской диссертации** (Б3.01(Д)) – 4 семестр: разделы «Обзор литературы», «Материалы и методы», «Результаты», «Обсуждение» базируются на итогах НИР.
- **Подготовки научных публикаций и апробации на конференциях** (формирование портфолио выпускника).

Таким образом, практика занимает **центральное место** в научно-исследовательской подготовке магистранта, обеспечивая **поступательное выполнение исследования** от постановки задачи до получения завершённых результатов, готовых для включения в ВКР и публикации.

4. СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИКИ

4.1 Структура и трудоёмкость этапов

4.1. Структура и трудоёмкость этапов (по семестрам)

Семестр 1 (108 часов, 3 з.е.)

№ п/п	Этап	Виды работ	Трудоёмкость (часы)	Формы отчётности
1	Организационно-постановочный этап	– Выбор темы НИР совместно с научным руководителем. – Составление индивидуального плана работы на 1 семестр. – Инструктаж по технике безопасности, работе с литературой и базами данных.	2 (контакт: консультация) + 10 (СРС)	Дневник (план-график на семестр).
2	Обзор литературы	– Поиск и анализ научных статей (не менее 20 источников за последние 5 лет) в базах PubMed, Scopus, eLibrary. – Формулировка цели, задач и гипотезы исследования. – Написание черновика главы «Обзор литературы» для магистерской диссертации (объёмом 10–15 страниц).	60 (СРС)	Текст обзора литературы (предоставляется руководителю).
3	Освоение методов исследования	– Изучение методов сбора и обработки данных, необходимых для работы (например, работа с SRA Toolkit, FastQC, Trimmomatic, R). – Тестирование пайплайнов на малых тестовых данных. – Фиксация освоенных методов в дневнике.	30 (СРС)	Раздел «Материалы и методы» (черновик).
4	Подготовка отчёта за 1 семестр	– Оформление отчёта о проделанной работе (структура: введение, обзор литературы, освоенные методы, план на следующий семестр). – Защита отчёта (собеседование с руководителем).	4 (СРС) + 2 (контакт: консультация)	Отчёт за семестр, зачёт оценкой.

Итого за 1 семестр: 108 часов (4,2 контактных + 96 СРС + 7,8 контроль).

Семестр 2 (144 часа, 4 з.е.)

№ п/п	Этап	Виды работ	Трудоёмкость (часы)	Формы отчётности
1	Планирование работ на 2 семестр	– Уточнение индивидуально го плана НИР с учётом результатов 1 семестра. – Корректировка методов при необходимости.	2 (контакт) + 10 (СРС)	Дневник (план-график на семестр).
2	Сбор и обработка данных	– Загрузка данных из открытых архивов (NCBI SRA, ENA, GBIF) или генерация собственных данных. – Выполнение пайплайна обработки: контроль качества, тримминг, картирование, подсчёт экспрессии / таксономическое профилирование. – Фиксация всех этапов, команд и скриптов.	90 (СРС)	Логи, скрипты, BAM/VCF/count-матрица (промежуточные результаты).
3	Первичный анализ и интерпретация	– Применение статистических методов (например, DESeq2, PCA, PERMANOVA). – Построение графиков и таблиц. – Формулировка предварительных выводов.	30 (СРС)	Черновик главы «Результаты» (с графиками).
4	Апробация промежуточных результатов	– Подготовка краткого доклада (5–7 минут). – Выступление на научном семинаре кафедры.	8 (СРС) + 2 (контакт: семинар)	Тезисы доклада (при желании).
5	Подготовка отчёта за 2 семестр	– Оформление отчёта о работе (основные результаты, графики, интерпретация). – Сдача отчёта руководителю.	4 (СРС) + 2 (контакт: консультация)	Отчёт за 2 семестр, зачёт оценкой.

Итого за 2 семестр: 144 часа (4,2 контактных + 132 СРС + 7,8 контроль).

Семестр 3 (108 часов, 3 з.е.)

№ п/п	Этап	Виды работ	Трудоёмкость (часы)	Формы отчётности
1	Завершающий анализ	– Дообработка данных (уточнение параметров, дополнительная фильтрация). – Финальный статистический анализ , окончательная	40 (СРС)	Финальные таблицы и графики.

№ п/п	Этап	Виды работ	Трудоёмкость (часы)	Формы отчётности
		интерпретация. – Подготовка итоговых таблиц и рисунков для ВКР.		
2	Формулировка выводов и написание разделов диссертации	– Написание глав « Обсуждение » и « Заключение » (по результатам НИР). – Доработка глав «Обзор литературы», «Материалы и методы», «Результаты» с учётом всех полученных данных. – Проверка на соответствие требованиям (антиплагиат, оформление).	40 (СРС)	Черновик магистерской диссертации (2-3 главы).
3	Подготовка публикации / апробация	– Написание статьи или тезисов доклада для конференции (не менее 3 страниц). – Подача заявки на конференцию или в журнал (по согласованию с руководителем).	14 (СРС)	Текст публикации или программа конференции (подтверждение).
4	Подготовка итогового отчёта за весь период НИР	– Составление сводного отчёта о НИР за 1-3 семестры (включает обзор, методы, результаты, обсуждение, список публикаций). – Сдача дневника практики (итоговый).	8 (СРС) + 2 (конт. акт: консультация)	Итоговый отчёт о НИР, зачёт оценкой.

Итого за 3 семестр: 108 часов (4,2 контактных + 96 СРС + 7,8 контроль).

Общая трудоёмкость за весь период: 360 часов (12,6 контактных + 324 СРС + 23,4 контроль).

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

Семестр 1 (ознакомительно-постановочный этап)

Задачи этапа:

- Определение темы научного исследования совместно с научным руководителем.
- Составление индивидуального плана НИР на первый семестр и на весь период обучения.
- Проведение обзора литературы по теме.
- Формулировка цели, задач и рабочей гипотезы.
- Освоение базовых методов сбора и обработки данных.

Деятельность студентов:

1. Выбор темы и планирование

- Участие в установочной консультации с научным руководителем.
- Ознакомление с тематикой научных исследований кафедры.
- Выбор конкретной темы (в рамках направления «Биоинформатика и анализ больших данных в экологическом мониторинге»).

- Составление письменного **индивидуального плана НИР** на семестр (с указанием этапов, сроков, ожидаемых результатов).
- Согласование плана с руководителем, внесение правок.

2. Обзор литературы

- Систематический поиск научных статей в базах **PubMed, Scopus, Google Scholar, eLibrary** по ключевым словам темы.
- Отбор **не менее 20 релевантных источников** (предпочтение публикациям за последние 5 лет).
- Анализ и конспектирование статей: выделение основных методов, результатов, нерешённых проблем.
- Написание **черновика главы «Обзор литературы»** для магистерской диссертации (объём 10–15 страниц).
- **Формулировка цели, задач и гипотезы** исследования (кратко, 2–3 предложения).

3. Освоение методов

- Изучение программного обеспечения и методов, необходимых для реализации исследования (например, работа с **SRA Toolkit, FastQC, Trimmomatic, BWA/STAR, R, DESeq2, Python** и т.п.).
- Выполнение **пилотных расчётов** на тестовых данных (например, загрузка небольшого FASTQ-файла, запуск тримминга, построение графика).
- Фиксация освоенных методов в дневнике с указанием использованных команд и ссылок на документацию.

4. Отчётность за 1 семестр

- Оформление **отчёта о НИР за 1 семестр**, включающего:
 - титульный лист;
 - обзор литературы (сжатая версия);
 - описание цели, задач, гипотезы;
 - перечень освоенных методов;
 - план работы на следующий семестр.
- Сдача отчёта и дневника научному руководителю.
- Защита отчёта (собеседование с руководителем, обсуждение результатов и планов).

Результат семестра:

- Утверждённая тема НИР.
- Индивидуальный план работ на семестр (и на весь период).
- Черновик главы «Обзор литературы» (объём 10–15 стр.).
- Освоенные базовые методы (подтверждение в дневнике).
- Отчёт и дневник, подписанные руководителем.

Семестр 2 (основной экспериментально-аналитический этап)

Задачи этапа:

- Сбор и/или генерация данных в соответствии с планом НИР.
- Разработка и реализация пайплайна обработки данных.
- Проведение первичного анализа результатов.
- Участие в научном семинаре кафедры.

Деятельность студентов:

1. Планирование и корректировка

- Консультация с научным руководителем: уточнение плана работ на 2 семестр.
- Корректировка методов, если пилотные исследования выявили необходимость изменений.
- Внесение обновлений в индивидуальный план.

2. Сбор и обработка данных

- **Загрузка** данных из открытых архивов (**NCBI SRA, ENA, GBIF**) с использованием **SRA Toolkit** или **wget**.
- Или **генерация** собственных данных (если предусмотрено – работа в лаборатории, опросы, полевые наблюдения – с обязательным инструктажем по ТБ).
- **Выполнение пайплайна** обработки в соответствии с темой:
 - контроль качества (**FastQC, MultiQC**);
 - тримминг (**Trimmomatic / cutadapt**);
 - картирование на референс (**BWA** для DNA, **STAR** для RNA-seq, или **Kraken2** для метагеномики);
 - пост-обработка BAM (сортировка, индексация, удаление дубликатов);
 - подсчёт количественных метрик (число ридов на гены – **featureCounts**, таксономическое профилирование – **Kraken2+Bracken**);
 - статистический анализ (**DESeq2, edgeR, vegan** и др.).
- **Сохранение всех промежуточных результатов** и логов выполнения команд.
- **Документирование кода** (скрипты на bash, R, Python) в отдельной папке.

3. Первичный анализ и интерпретация

- Визуализация ключевых результатов:
 - графики (MA-plot, volcano plot, PCA, NMDS, тепловые карты);
 - таблицы (списки дифференциально экспрессированных генов, топ-таксонов).
- **Формулировка предварительных выводов:**
 - какие гены / таксоны оказались значимыми?
 - есть ли различия между группами?
 - соответствуют ли результаты литературным данным?
- **Апробация промежуточных результатов** на научном семинаре кафедры (краткий доклад 5–7 минут).

4. Отчётность за 2 семестр

- Оформление **отчёта о НИР за 2 семестр**, включающего:
 - описание полученных данных;
 - схему пайплайна;
 - основные результаты (таблицы, графики);
 - предварительные выводы;
 - план на 3 семестр.
- Сдача отчёта, дневника, скриптов и промежуточных результатов руководителю.

Результат семестра:

- Набор обработанных данных (BAM, count-матрица, VCF).
- Полностью документированный пайплайн (скрипты + описание).
- Черновик главы «Результаты» (с графиками и таблицами).
- Выступление на семинаре (подтверждение в дневнике).
- Отчёт и дневник за 2 семестр.

Семестр 3 (завершающий этап, подготовка публикаций и ВКР)

Задачи этапа:

- Завершение полного цикла анализа данных.
- Формулировка окончательных выводов.
- Оформление результатов в виде публикации (статья / тезисы).
- Подготовка разделов магистерской диссертации.
- Представление итогового отчёта о НИР.

Деятельность студентов:

1. Завершающий анализ

- Доработка данных при необходимости (дополнительная фильтрация, исправление ошибок).
- **Финальный статистический анализ** (уточнение порогов, проверка устойчивости результатов).
- Генерация **итоговых таблиц и рисунков** для ВКР (высокое разрешение, единый стиль).

2. Написание разделов диссертации

- На основе обновлённых результатов дорабатываются главы:
- **«Обсуждение»** (сравнение с литературой, обоснование новизны, ограничения).
- **«Заключение»** (нумерованные выводы, соответствующие задачам).
- **«Введение»** (уточнение актуальности).
- **«Обзор литературы»** (добавление最新 источников, устранение пробелов).
- **«Материалы и методы»** (детализация применённых подходов).
- **«Результаты»** (окончательная версия).
- Проверка текста на **самоцитирование и плагиат** (по требованию кафедры).

3. Подготовка публикации / апробация

- Написание **научной статьи** (объём 4–6 страниц) или **тезисов доклада** (2–4 страницы).
- Выбор конференции или журнала (по согласованию с руководителем).
- **Подача** материалов и получение подтверждения (программа конференции, справка о принятии).
- При возможности – **очное участие** в конференции с докладом (фиксируется в дневнике).

4. Итоговая отчётность

- Составление **сводного отчёта о НИР за весь период** (1-3 семестры):
- введение (актуальность, цель, задачи);
- обзор литературы (сжатая версия);
- материалы и методы;
- результаты (основные таблицы и графики);
- обсуждение и выводы;
- список публикаций и апробаций.
- Оформление итогового дневника практики (сводный календарный план по семестрам, подписи руководителя).
- Сдача отчёта и дневника.
- **Защита** (собеседование с комиссией) – демонстрация ключевых результатов, ответы на вопросы.

Результат семестра:

- Полный комплект обработанных данных и скриптов.
- Разделы диссертации (черновик ВКР).
- Публикация или тезисы (принятые к печати).

- Итоговый отчёт о НИР.
- Дневник с подписями.
- **Зачёт с оценкой** за 3 семестр.

5. ФОРМЫ ОТЧЕТНОСТИ ПО ПРАКТИКЕ

По окончании **каждого семестра** обучающийся обязан предоставить научному руководителю **комплект отчётных документов** за соответствующий период. По завершении всей практики (3 семестр) дополнительно предоставляется **итоговый отчёт** за весь период.

5.1. Дневник практики

Дневник оформляется в **бумажном или электронном виде** (по согласованию с руководителем) и ведётся **на протяжении всех трёх семестров**.

Дневник должен содержать:

Титульный лист с указанием:

- **ФИО студента**
- **направления подготовки** (06.04.01 Биология)
- **программы магистратуры** (Биоинформатика и анализ больших данных в экологическом мониторинге)
- **курса, группы**
- **темы научного исследования**
- **ФИО научного руководителя** (он же руководитель практики)

Календарный план выполнения работ по семестрам:

- **1 семестр** – список работ с датами и трудоёмкостью (часы)
- **2 семестр** – аналогично
- **3 семестр** – аналогично

План должен быть согласован с научным руководителем в начале каждого семестра.

Ежедневные (еженедельные) записи о выполненной работе:

- **дата**
- **вид выполненной работы** (обзор литературы, загрузка данных, написание скрипта, построение графика, анализ результатов, подготовка отчёта и т.п.)
- **трудоёмкость в часах**
- **отметка о выполнении** (подпись руководителя или электронное подтверждение)

Краткие заметки о возникавших трудностях и способах их преодоления (например, «не удавалось установить пакет X – решил через Conda», «выявлены выбросы в данных – использовал фильтр»).

Перечень проведённых консультаций с научным руководителем (даты, обсуждаемые вопросы, принятые решения).

Итоговое заключение студента по завершении **каждого семестра**:

- что выполнено из плана
- какие навыки приобретены
- какие компетенции сформированы
- степень готовности магистерской диссертации (в %)

Дневник подписывается студентом и научным руководителем **после каждого семестра**.

5.2. Отчёт о НИР по семестрам

По окончании **1, 2 и 3 семестров** студент представляет **отчёт о проделанной работе** за соответствующий период.

Структура отчёта (для каждого семестра):

Титульный лист – по образцу университета с указанием семестра.

Введение (0,5–1 страница):

- тема исследования
- цель и задачи на данный семестр

Основная часть (2–4 страницы):

Для 1 семестра:

- **обзор литературы** (сжатая версия на 3–5 страниц, с выводами о нерешённых проблемах)
- **формулировка гипотезы** и конкретных задач исследования
- **освоенные методы** (перечень, краткое описание, ссылки на документацию)

- план работ на следующий семестр

Для 2 семестра:

- описание полученных данных (источники, объёмы, идентификаторы)
- схема пайплайна обработки (можно в виде блок-схемы)
- основные результаты (таблицы, графики, скриншоты IGV)
- предварительные выводы
- план работ на 3 семестр

Для 3 семестра:

- финальные результаты (итоговые таблицы и графики)
- сравнение с литературой (2–3 ключевых сравнения)
- выводы по исследованию (нумерованные, по задачам)
- список публикаций / апробаций (если есть)

Заключение (0,5 страницы):

- степень выполнения плана на семестр
- самооценка сформированных компетенций

Приложения:

- скрипты (можно в виде ссылки на GitHub)
- распечатки логов (при необходимости)

Отчёт сдаётся научному руководителю **не позднее, чем за 3 дня** до даты зачёта по практике.

5.3. Итоговый отчёт о НИР за весь период (1-3 семестры)

По завершении 3 семестра (окончание практики) студент готовит **сводный отчёт о научно-исследовательской работе** за весь период обучения в магистратуре.

Структура итогового отчёта (5–10 страниц):

Титульный лист – с указанием «Итоговый отчёт о научно-исследовательской работе».

Введение (1 страница):

- актуальность и новизна темы
- цель и задачи (общие для всего исследования)

1. Обзор литературы (1–2 страницы):

- сжатое изложение основных результатов анализа литературы
- выявленные проблемы и обоснование собственного подхода

2. Материалы и методы (1–2 страницы):

- данные (источники, объёмы)
- использованное ПО (версии, параметры)
- схема пайплайна
- статистические методы

3. Результаты (2–3 страницы):

- основные таблицы и графики (не более 5–7 ключевых)
- краткое описание каждого результата

4. Обсуждение и выводы (1–2 страницы):

- интерпретация результатов
- сравнение с литературой
- ограничения
- нумерованные выводы по каждой задаче

5. Список публикаций и апробаций (1 страница):

- перечень статей, тезисов, докладов на конференциях (с указанием выходных данных)
- если публикаций нет – отметить «материалы готовятся к печати»

Список литературы (основные источники, не менее 20).

Приложения: ссылка на GitHub, копии программ конференций (при наличии).

Итоговый отчёт сдаётся руководителю **не позднее, чем за 5 дней** до защиты практики (3 семестр).

5.4. Публикации и апробация результатов

В ходе научно-исследовательской работы (за период 1-3 семестров) студент

должен **подготовить и представить** к печати не менее **одной публикации** (статья в сборнике конференции, тезисы, или статья в журнале) **или** выступить с докладом на научной конференции (в том числе студенческой).

Формы апробации, признаваемые кафедрой:

- **публикация тезисов** в сборнике материалов конференции (Российской или международной)
- **публикация статьи** в журнале из перечня ВАК, РИНЦ, Scopus или Web of Science
 - **устный или стендовый доклад** на конференции с последующим представлением подтверждающего документа (программа, сертификат)

Подтверждающие документы (скан программы, сертификат, выходные данные статьи) прикладываются к итоговому отчёту.

5.5. Сроки сдачи отчётности

Отчётный период	Документы	Срок сдачи (до даты зачёта)
1 семестр	– дневник с записями за семестр – отчёт о НИР за 1 семестр	не менее чем за 3 дня
2 семестр	– дневник с записями за семестр – отчёт о НИР за 2 семестр	не менее чем за 3 дня
3 семестр	– дневник с записями за семестр – отчёт о НИР за 3 семестр – итоговый отчёт за весь период – подтверждение публикации/апробации	не менее чем за 5 дней

5.6. Процедура защиты (зачёта) по практике

Защита (зачёт с оценкой) проводится **по окончании каждого семестра** в форме **собеседования с научным руководителем** (или комиссией – по решению кафедры).

Процедура:

Студент предоставляет руководителю комплект документов (дневник, отчёт за семестр, приложения).

Собеседование (10–15 минут) включает:

- **краткий доклад** студента (3–5 минут) о выполненной работе в семестре (цели, методы, ключевые результаты, трудности)
- **вопросы руководителя** по:
 - содержанию и качеству выполненной работы
 - степени реализации индивидуального плана
 - полноте и корректности отчётной документации
 - перспективам использования результатов для ВКР и публикаций

Оценивание производится по 100-балльной шкале (см. раздел 6.4) с переводом в оценку «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно».

При успешной защите в ведомость выставляется **зачёт с оценкой** за соответствующий семестр.

Если студент не сдал отчётность или не предоставил подтверждение публикации к концу 3 семестра, практика считается не пройденной.

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 (по семестрам)
УК-1	Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий.	1 семестр – анализ литературных данных, выявление нерешённых проблем, формулировка цели и гипотезы. 2 семестр – критический анализ промежуточных результатов, корректировка стратегии анализа при необходимости. 3 семестр – системный анализ полученных результатов, формулировка обоснованных выводов, подготовка публикации.
УК-4	Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия.	1 семестр – работа с иноязычными научными статьями, составление обзора на русском языке. 2 семестр – подготовка краткого доклада на научный семинар (на русском или английском). 3 семестр – написание тезисов или статьи на русском/английском языке, участие в конференции (очное или заочное).
СПК-1	Способен самостоятельно или в качестве члена (руководителя) малого коллектива организовывать и проводить научные исследования и их апробацию.	1 семестр – планирование НИР, составление индивидуального плана, выбор методов. 2 семестр – самостоятельное выполнение пайплайна обработки данных, первичный анализ. 3 семестр – завершение исследования, подготовка публикации, апробация результатов (доклад на конференции/семинаре).
СПК-2	Способен использовать программы для эпигенетического анализа и качества эпигенетических данных.	1 семестр – изучение программ контроля качества NGS-данных (FastQC, MultiQC). 2 семестр – применение инструментов качества к эпигенетическим данным (при наличии в теме) или к любым NGS-данным (освоение метрик). 3 семестр – описание использованных программ в отчёте, интерпретация метрик качества.
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	1 семестр – формализация научной проблемы, постановка конкретных задач. 2 семестр – применение выбранных статистических методов и математических моделей для обработки данных. 3 семестр – системный анализ полученных результатов, формулировка новых научных выводов, подготовка публикации.

Код компетенции	Содержание компетенции	Этапы формирования (по семестрам)
	новые научные результаты.	

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

Оцениваемые компетенции	Уровень сформированности	Этап формирования (семестр)	Описание показателей (знать, уметь, владеть)	Критерии оценивания	Шкала оценивания
УК-1 (критический анализ, системный подход)	Пороговый	1 семестр	Знать: методы поиска и анализа научной литературы. Уметь: выделять проблемные зоны, формулировать цель и задачи. Владеть: навыками составления обзора литературы.	Обзор литературы содержит не менее 20 источников, сформулированы цель, задачи, гипотеза.	Шкала оценивания практических заданий (модулей).
УК-1	Продвинутый	2, 3 семестры	Уметь: критически оценивать промежуточные результаты, корректировать методы. Владеть: системным анализом данных, формулировкой обоснованных выводов.	Обсуждение результатов содержит сравнение с литературой, анализ ограничений. Выводы соответствуют задачам.	Шкала оценивания практических заданий (модулей). Шкала оценивания дневника и отчета. Шкала оценивания защиты доклада по итогам практики
УК-4 (коммуникативные технологии)	Пороговый	1 семестр	Знать: основные правила работы с иноязычными источниками. Уметь: переводить и реферировать	В обзоре литературы использовано не менее 10 иноязычных источников.	Шкала оценивания практических заданий (модулей).

Оцениваемые компетенции	Уровень сформированности	Этап формирования (семестр)	Описание показателей (знать, уметь, владеть)	Критерии оценивания	Шкала оценивания
			статьи на русский язык.		
УК-4	Продвинутый	2, 3 семестры	Уметь: готовить доклады и презентации на русском/английском языке. Владеть: навыками подготовки научных публикаций.	Подготовлен доклад на семинар или конференцию. Поданы тезисы или статья (подтверждение).	Шкала оценивания практических заданий (модулей). Шкала оценивания дневника и отчета. Шкала оценивания защиты доклада по итогам практики
СПК-1 (организация и проведение НИР)	Пороговый	1 семестр	Знать: этапы планирования НИР. Уметь: составлять индивидуальный план, выбирать методы.	Индивидуальный план согласован с руководителем, выполнен на $\geq 70\%$.	Шкала оценивания практических заданий (модулей).
СПК-1	Продвинутый	2, 3 семестры	Уметь: самостоятельно выполнять пайплайн обработки данных, анализировать результаты. Владеть: навыками апробации (доклад, публикация).	Пайплайн полностью реализован (скрипты, логи). Результаты представлены на семинаре/конференции.	Шкала оценивания практических заданий (модулей). Шкала оценивания дневника и отчета. Шкала оценивания защиты доклада по итогам практики

Оцениваемые компетенции	Уровень сформированности	Этап формирования (семестр)	Описание показателей (знать, уметь, владеть)	Критерии оценивания	Шкала оценивания
СПК-2 (программы для эпигенетического анализа и качества данных)	Пороговый	1 семестр	Знать: метрики качества NGS-данных (GC-состав, адаптеры, качество по позициям). Уметь: запускать FastQC, MultiQC, интерпретировать отчёты.	Отчёты FastQC/MultiQC приложены, дана оценка качества данных.	Шкала оценивания практических заданий (модулей).
СПК-2	Продвинутый	2, 3 семестры	Уметь: применять инструменты контроля качества к специфическим данным (ChIP-seq, ATAC-seq) – при наличии. Владеть: навыками фильтрации и тримминга на основе метрик качества.	Данные успешно очищены (тримминг), процент оставшихся ридов $\geq 70\%$. В отчёте описан контроль качества.	Шкала оценивания практических заданий (модулей). Шкала оценивания дневника и отчета. Шкала оценивания защиты доклада по итогам практики
СПК-3 (математическое моделирование, решение задач)	Пороговый	1 семестр	Знать: основные типы математических моделей, используемых в биоинформатике. Уметь: формализовать биологическую задачу в виде вычислительной.	Постановка задачи чёткая, выбран адекватный метод анализа.	Шкала оценивания практических заданий (модулей).
СПК-3	Продвинутый	2, 3 семестры	Уметь: применять	Результаты статистических обоснованы (p-значения,	Шкала оценивания

Оцениваемые компетенции	Уровень сформированности	Этап формирования (семестр)	Описание показателей (знать, уметь, владеть)	Критерии оценивания	Шкала оценивания
			статистические модели (DESeq2, GLM, PCA, NMDS) для обработки данных, интерпретировать результаты. Владеть: навыками системного анализа и получения новых научных результатов.	FDR), выводы сформулированы. Подготовлена публикация или тезисы.	ия 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 этапов НИР (по семестрам)

Для 1 семестра (обзор литературы и планирование):

Задание:

Проведите аналитический обзор литературы по выбранной теме магистерской диссертации. Выполните следующие шаги:

- 1. Поиск источников**
 - Используя базы данных **PubMed**, **Scopus** или **Google Scholar**, найдите **не менее 25 научных статей** за последние 5 лет, соответствующих теме вашего исследования.
 - Сохраните **библиографические записи** в менеджере ссылок (**Zotero** или **Mendeley**).
- 2. Анализ и систематизация**
 - Разделите найденные статьи на группы: теоретические работы, методы, экспериментальные исследования, обзоры.
 - Составьте **краткий реферат** (1–2 абзаца) для каждой ключевой статьи (не менее 10 статей).
- 3. Написание обзора**
 - Напишите **черновик главы «Обзор литературы»** объемом 10–15 страниц, содержащий:
 - введение (актуальность, цель);
 - анализ основных подходов и результатов;
 - выявление нерешённых проблем;
 - обоснование собственной гипотезы.
 - Оформите **список литературы** по **ГОСТ Р 7.0.100-2018**.
- 4. Формулировка цели, задач и гипотезы**
 - Сформулируйте **цель** исследования (одно предложение).

- Составьте **3–5 конкретных задач**, вытекающих из анализа литературы.
- Сформулируйте **рабочую гипотезу**.

5. Планирование

- Составьте **индивидуальный план НИР** на весь период обучения (1–3 семестры) с указанием этапов, сроков и ожидаемых результатов.
- Согласуйте план с научным руководителем.

Критерии выполнения:

- Обзор литературы содержит **не менее 20 источников**, структурирован, выявлены проблемы.
- Цель, задачи и гипотеза сформулированы чётко.
- План согласован с руководителем.
- Отчёт о работе за 1 семестр сдан в срок.

Для 2 семестра (сбор и обработка данных, первичный анализ):

Задание:

Реализуйте пайплайн обработки данных в соответствии с темой вашего исследования. Выполните следующие шаги:

- Загрузка данных**
 - Загрузите данные из открытого архива (например, **NCBI SRA**, **ENA**, **GBIF**) с использованием **SRA Toolkit** или **wget**.
 - Сохраните **логи загрузки** и укажите **идентификаторы образцов** в отчёте.
- Контроль качества и препроцессинг**
 - Запустите **FastQC** для всех FASTQ-файлов.
 - Создайте сводный отчёт **MultiQC**.
 - Выполните **тримминг** адаптеров и низкокачественных концов (**Trimmomatic** или **cutadapt**), обосновав выбранные параметры.
 - Повторите **FastQC** и **MultiQC** после тримминга.
 - Сравните метрики качества до и после (процент оставшихся ридов, среднее качество).
- Обработка данных (в зависимости от типа)**
 - Для **RNA-seq**: выполните картирование (**STAR** или **HISAT2**), сортировку BAM (**SAMtools**), подсчёт экспрессии (**featureCounts**).
 - Для **DNA-seq**: выполните картирование (**BWA**), удаление дубликатов, вариант-коллинг (**bcftools** или **GATK**).
 - Для **метагеномики**: выполните таксономическое профилирование (**Kraken2** + **Bracken**).
 - Сохраните все **промежуточные результаты** (BAM, count-матрица, VCF, таблицы профилирования).
- Первичный статистический анализ**
 - Импортируйте данные в **R**.
 - Выполните **нормализацию** (если применимо).
 - Проведите **статистические тесты** (например, **DESeq2** для RNA-seq, **PERMANOVA** для метагеномики, **t-test** для простых сравнений).
 - Постройте **графики** (volcano plot, PCA, NMDS, тепловые карты) с использованием **ggplot2**.
- Фиксация и документирование**
 - Сохраните **все скрипты** (bash, R) в отдельной папке.
 - Подготовьте **краткое описание пайплайна** (блок-схема и текстовое описание).

Критерии выполнения:

- Все этапы пайплайна выполнены, результаты воспроизводимы.
- Скрипты и логи предоставлены руководителю.
- Получены **осмысленные предварительные результаты** (например, выявлены дифференциально экспрессированные гены, значимые различия между группами).
- Отчёт за 2 семестр сдан в срок.

Для 3 семестра (завершение анализа, публикация, итоговый отчёт):

Задание:

Завершите исследование и подготовьте научный продукт.

Выполните следующие шаги:

1. Финальный анализ

- Проверьте **устойчивость** результатов (измените пороги фильтрации, попробуйте альтернативные методы нормализации).
- Доработайте таблицы и графики для **окончательной версии** (высокое разрешение, единый стиль).
- Сформулируйте **окончательные выводы** (нумерованные, каждый вывод соответствует одной из задач).

2. Подготовка публикации / апробация

- Напишите **статью** (объёмом 4–6 страниц) или **тезисы доклада** (2–4 страницы) на русском или английском языке.
- Оформите материалы в соответствии с требованиями выбранной конференции или журнала.
- **Подайте** заявку на участие в конференции (или отправьте статью в журнал).
- Получите **подтверждение** (программа конференции, справка о принятии).

3. Подготовка итогового отчёта

- Составьте **сводный отчёт о НИР за весь период** (5–10 страниц), включив:
 - введение (актуальность, цель, задачи);
 - обзор литературы (сжатая версия);
 - материалы и методы (итоговая версия);
 - результаты (основные таблицы и графики);
 - обсуждение и выводы;
 - список публикаций и апробаций.
- Оформите **приложения** (скрипты, ссылка на GitHub, копии программ конференций).

4. Подготовка к защите ВКР (на основе НИР)

- Напишите **черновик глав диссертации** («Введение», «Обзор литературы», «Материалы и методы», «Результаты», «Обсуждение», «Заключение»).
- Подготовьте **презентацию** (10–15 слайдов) для защиты ВКР.

Критерии выполнения:

- Получены **завершённые научные результаты** (новизна, обоснованность).
- **Публикация** принята к печати (или есть подтверждение участия в конференции).
- Итоговый отчёт структурирован, выводы чёткие.
- Дневник практики подписан руководителем.

6.3.2. Примерные вопросы для оценки защиты (собеседования) по итогам семестра

Вопросы для 1 семестра (проверка УК-1, УК-4, СПК-1, СПК-3):

1. Какова **актуальность** вашего исследования? Почему эта тема важна сейчас?
2. Какие **нерешённые проблемы** вы выявили в литературе?
3. Сформулируйте **цель и задачи** вашей работы.
4. Какие **методы** вы планируете использовать для решения поставленных задач?
5. Какие **источники** (журналы, базы данных) вы использовали для обзора литературы?
6. Какие **языки программирования** и **пакеты** вы планируете освоить в следующем семестре?

Вопросы для 2 семестра (проверка СПК-1, СПК-2, СПК-3):

1. Какие **данные** вы использовали? Откуда они получены?
2. Какие **программы** вы применяли для контроля качества? Какие метрики оказались проблемными?
3. Опишите **схему** **вашего пайплайна** обработки данных (можно нарисовать на доске).
4. Какие **статистические методы** вы применили? Почему выбрали именно их?

5. Какие **предварительные результаты** вы получили? Соответствуют ли они литературным данным?

6. Какие **трудности** возникли при обработке данных и как вы их преодолели?

Вопросы для 3 семестра (проверка всех компетенций):

1. Каковы **окончательные результаты** вашего исследования? Назовите **три главных вывода**.

2. В чём **научная новизна** вашей работы?

3. Какие **ограничения** вашего исследования вы видите? Что можно было бы улучшить?

4. Где **были апробированы** результаты? (конференция, семинар, публикация)

5. Как ваши результаты могут быть использованы на практике (экологический мониторинг, медицина, биотехнология)?

6. Какой **вклад** ваше исследование вносит в развитие биоинформатики или экологии?

7. Какие **разделы диссертации** уже написаны? Какова степень готовности ВКР (в %)?

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
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	0–8

Показатель	Баллы
минимальными навыками работы с биоинформатическими программами.	

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. Стил 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
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

Показатель	Баллы
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
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. **Селетков, С. Г. Методология диссертационного исследования** : учебник для вузов / С. Г. Селетков. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 281 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-16989-8. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://web2.urait.ru/bcode/532166> (дата обращения: 04.05.2025).
2. **ter Kuile, B. Life Sciences Research and Scientific Writing** / B. ter Kuile. — Cham : Springer, 2024. — 99 p. — ISBN 978-3-031-61483-5. — Текст : электронный. — URL: <https://link.springer.com/book/9783031614835> (дата обращения: 01.06.2026).
3. **Малькова, М. А. Выпускная квалификационная работа (магистерская диссертация): структура и содержание** : учебно-методическое пособие / М. А. Малькова ; ФГБОУ ВО «ЛГПУ». — Луганск : Издательство ЛГПУ, 2024. — 104 с. — Текст : электронный // Архив электронных ресурсов ЛГПУ [сайт]. — URL: <https://dspace.lgpu.org/handle/123456789/7060> (дата обращения: 01.06.2026).

7.2. Дополнительная литература

1. **Харченко, Л. Н. Методика и организация биологического исследования** : учебное пособие для вузов / Л. Н. Харченко. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 138 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-20126-0. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/557611> (дата обращения: 11.05.2026).
2. **Ганжа, В. А. Научно-исследовательский семинар** : учебное пособие / В. А. Ганжа, Р. А. Барышев, Ю. Н. Безбородов ; Сибирский федеральный университет. — Красноярск : СФУ, 2024. — 108 с. — ISBN 978-5-7638-4995-0. — Текст : электронный // Электронная библиотека СФУ [сайт]. — URL: <https://bik.sfu-kras.ru/shop/publication?id=BOOK1-ББК74/Г190-001750> (дата обращения: 01.06.2026).
3. **Выпускная квалификационная работа магистра: требования и рекомендации** : учебно-методическое пособие / сост. И. Н. Безкороваяная, О. В. Тарасова, И. В. Борисова и др. ; Сибирский федеральный университет. — Красноярск : СФУ, 2025. — 22 с. — Текст : электронный // Научная библиотека СФУ [сайт]. — URL: <http://elib.sfu-kras.ru/handle/2311/154966> (дата обращения: 01.06.2026).
4. **Перое, С. Ю. Теория и практика научных исследований** : учебное пособие / С. Ю. Пероев, Е. Н. Макарова-Землянская, Е. Ю. Нарусова ; Российский университет транспорта (МИИТ). — Москва : РУТ (МИИТ), 2024. — 113 с. — Текст : электронный // ЭБС Znanium [сайт]. — URL: <https://znanium.ru/catalog/document?id=480959> (дата обращения: 01.06.2026).
5. **Баянова, А. Р. Как подготовить и оформить научную статью** : учебно-методическое пособие / А. Р. Баянова, А. Р. Масалимова. — Казань : Печать-Сервис-XXI век, 2025. — 147 с. — Текст : электронный // Репозиторий Казанского (Приволжского) федерального университета [сайт]. — URL: https://repository.kpfu.ru/eng/?p_id=313591&p_lang=2 (дата обращения: 01.06.2026).
6. **Мирнова, М. Н. Основные способы работы с научной и учебной информацией** : учебное пособие / М. Н. Мирнова, О. В. Романова, М. В. Севостьянова ; Южный федеральный университет. — Ростов-на-Дону ; Таганрог : Издательство Южного федерального университета, 2025. — 101 с. — ISBN 978-5-9275-5061-6. — Текст : электронный // ЭБС Znanium [сайт]. — URL: <https://znanium.ru/catalog/document?id=481183> (дата обращения: 01.06.2026).
7. **Моторная, С. Е. Методика написания выпускной квалификационной работы** : учебное пособие / С. Е. Моторная. — Москва : Издательство Московского гуманитарного университета, 2024. — 120 с. — ISBN 978-5-9909-978-8-2. — Текст :

непосредственный.

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 (ознакомительной) 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 регулируемые 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)