

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Алейник Станислав Николаевич

Должность: Ректор

Дата подписания: 20.06.2026 10:44:26

Уникальный программный ключ:

5258223550ea9fbeb23726a1609b644b53d8986ab6255891f288f913a1351fae

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени В.Я.ГОРИНА»**



УТВЕРЖДАЮ

Д.о. декана инженерного факультета
кандидат технических наук, доцент

А.Н. Макаренко

27.05.2026 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Практикум по биоинформатике

наименование дисциплины (модуля)

Направление подготовки/специальность: 09.04.03 Прикладная информатика
шифр, наименование

Направленность (профиль): Биоинформатика

Квалификация: магистр

Год начала подготовки: 2026

Майский, 2026

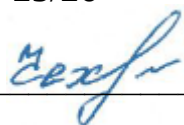
Рабочая программа дисциплины (модуля) составлена с учетом требований:

- федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 09.04.03 Прикладная информатика (уровень магистратуры), утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от 19.09.2017 г. №916;
- порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры, утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от 06.04.2021 №245;
- профессионального стандарта «Специалист по информационным системам», утвержденного приказом Министерством труда и социальной защиты РФ от 13.07.2023 г. №586н;
- профессионального стандарта «Системный аналитик», утвержденного приказом Министерством труда и социальной защиты РФ от 27.04.2023 г. №367н;
- профессионального стандарта «Специалист по семеноводству, селекции и генетике в растениеводстве», утвержденного приказом Министерством труда и социальной защиты РФ от 14.10.2024 г. №563н.

Составители: доцент инженерного факультета, к.т.н. Чехунов Олег Андреевич, старший преподаватель инженерного факультета Мироненко Анастасия Владимировна

Рассмотрена

на заседании методической комиссии инженерного факультета
27.05.2026 г., протокол №3-25/26

Председатель методической комиссии _____  Чехунов О.А.

Руководитель основной профессиональной образовательной программы _____



Чехунов О.А.

I. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цель дисциплины:

освоение магистрантами современных направлений компьютерного анализа генома и новейших приложений.

1.2. Задачи:

1. Формирование базовых знаний о различных ресурсах и их организации содержащих информацию и программы для анализа биологических данных;
2. Практическое освоение методов биоинформатического анализа на примере одного из участков генома человека;
3. Формирование основных навыков и приобретение практического опыта, необходимого для проведения самостоятельных научных исследований в области биоинформатического анализа.

II. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОСНОВНОЙ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ (ОПОП)

2.1. Цикл (раздел) ОПОП, к которому относится дисциплина

Дисциплина «Практикум по биоинформатике» относится к дисциплинам обязательной части основной профессиональной образовательной программы (Б1.В.04).

2.2. Логическая взаимосвязь с другими частями ОПОП

Наименование предшествующих дисциплин, практик, на которых базируется данная дисциплина (модуль)	Теория вероятностей и математическая статистика
Требования к предварительной подготовке обучающихся	знать: основы введения в молекулярную биологию, генетику; принцип работы базы данных. уметь: использовать на практике теоретические компоненты науки; пользоваться базами данных, пользоваться биоинформатическими компьютерными программами. владеть: современными методами анализа данных; системным подходом при решении задач дисциплины.

III. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Коды компетенций	Формулировка компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ПК-1	Способен планировать проекты, использовать и развивать методы научных исследований в области проектирования и управления биоинформационными системами	ПК-1.1 Демонстрирует знания в вопросах разработки алгоритмов, моделей и программ для решения задач профессиональной деятельности в области биоинформатики	Знать: методики разработки алгоритмов, моделей решения задач профессиональной деятельности в том числе в области биоинформатики. Уметь: пользоваться программами для решения задач профессиональной деятельности в том числе в области биоинформатики. Владеть навыками разработки алгоритмов, моделей и использования программ для решения задач профессиональной деятельности в том числе в области биоинформатики
		ПК-1.2 Умеет применять математические модели и методы при формализации и оптимизации задач в области биоинформатики	Знать: методы оптимизации данных, используемых в профессиональной деятельности в том числе в области биоинформатики. Уметь: применять математические модели и методы при формализации и оптимизации задач в области биоинформатики Владеть методами оптимизации данных, используемых в профессиональной деятельности в том числе в области биоинформатики
		ПК-1.3 Владеет навыками применения цифровых технологий, в том числе с использованием искусственного интеллекта, для осуществления компьютерного моделирования биоинформационных систем	Знать: технологии моделирования биоинформационных систем. Уметь: производить компьютерное моделирование биоинформационных систем, в том числе с использованием искусственного интеллекта. Владеть навыками применения цифровых технологий, в том числе с использованием искусственного интеллекта, для осуществления компьютерного моделирования биоинформационных систем

IV. ОБЪЕМ, СТРУКТУРА, СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ, ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ И ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ

4.1. Распределение объема учебной работы по формам обучения

Вид работы (в соответствии с учебным планом)	Объем учебной работы, час
Формы обучения (вносятся данные по реализуемым формам)	Очная
Семестр изучения дисциплины	1
Общая трудоемкость, всего, час <i>зачетные единицы</i>	144 часов, 4 з.е.
1. Контактная работа	
1.1. Контактная аудиторная работа (всего)	36,25
В том числе:	
Лекции (<i>Лек</i>)	
Лабораторные занятия (<i>Лаб</i>)	36
Практические занятия (<i>Пр</i>)	
Предэкзаменационные консультации (<i>Конс</i>)	
1.2. Промежуточная аттестация	
Зачет (<i>КЗ</i>)	0,25
Экзамен (<i>КЭ</i>)	
Выполнение курсовой работы (проекта) (<i>КНКТ</i>)	
1.3. Контактная внеаудиторная работа (контроль)	
2. Самостоятельная работа обучающихся (всего)	107,75
в том числе:	
Самостоятельная работа по проработке лекционного материала	40
Самостоятельная работа по подготовке к лабораторно-практическим занятиям	64
Работа над темами (вопросами), вынесенными на самостоятельное изучение	3
Самостоятельная работа по видам индивидуальных заданий: подготовка реферата (контрольной работы) и т.п.	
Подготовка к экзамену/зачету	0,75

4.2 Общая структура дисциплины и виды учебной работы

Наименование модулей и разделов дисциплины	Объемы видов учебной работы по формам обучения, час			
	Очная форма обучения			
	Всего	Лекции	Лабораторно- практ. занятия	Самостоятельная работа
1	2	3	4	6
Модуль 1. «Лабораторные работы по биоинформатике»	143,75		36	107,75
1. Введение в систему Unix. Базы данных NCBI. Работа с файлами геномов, извлечение информации.	11		4	7
2. Базы данных генома человека и других животных. UCSC Genome Browser.	11		4	7
3. Модели эволюции нуклеотидных и аминокислотных последовательностей.	10,5		2	8,5
4. Пакет программ BLAST. Conserved Domain Data-base	14		4	10
5. Попарное и множественное выравнивание последовательностей	13,25		4	9,25
6. Филогенетические деревья: метод расстояний	10		2	8
7. Вероятностные подходы к филогении.	10		2	8
8. Гомологи, ортологи, паралоги. Семейства ортологов.	9		2	7
9. Пространственные структуры белков.	10		2	8
10. Поиск мотивов.	9		2	7
11. Вторичные структуры РНК.	10		2	8
12. Предсказание генов denovo.	9		2	7
13. Серверы аннотации геномов	8		2	6
14. Анализ файлов аннотаций экспериментов NGS	9		2	7
Промежуточная аттестация	0,25			
Контактная аудиторная работа (всего)	36,25		36	-
Контактная внеаудиторная работа (всего)				
Самостоятельная работа (всего)	107,75			
Общая трудоемкость	144			

4.3 Содержание дисциплины

Наименование и содержание модулей и разделов дисциплины	
Модуль 1. «Лабораторные работы по биоинформатики»	
1. Введение в систему Unix. Базы данных NCBI. Работа с файлами геномов, извлечение информации.	Введение в систему Unix. Основные команды Unix. Файловая система. Навигация. Командная строка. Просмотр файлов. Bash-скрипты. Grep. Работа с файлами геномов, извлечение информации. Базы данных NCBI.
2. Базы данных генома человека и других животных. UCSC Genome Browser.	Базы данных геномов бактерий. NCBI ftp-ресурс. Полные геномы бактерий, аннотация генами (файлы аннотации геномов бактерий .fna, .ffn., .faa, .ptt). Базы данных генома человека и других животных. UCSC Genome Browser. Таблицы аннотаций генома генами, транспозонами и другие доступные треки UCSC Genome Browser.
3. Модели эволюции нуклеотидных и аминокислотных последовательностей.	Модели эволюции нуклеотидных последовательностей. Модель Джукса-Кантора. Двупараметрическая модель Кимуры. Модель Хасегава-Кишино-Яно. Разброс скоростей эволюции позиций. Модели эволюции аминокислотных последовательностей. Частоты аминокислотных замен. LOG-ODDs матрицы счета. Матрицы PAM, связь с физико-химическими свойствами аминокислот. Матрицы BLOSUM, JTT.
4. Пакет программ BLAST. Conserved Domain Data-base	Пакет программ BLAST. Принцип работы алгоритма. Статистика локального выравнивания. Программы пакета BLAST: BLASTN, BLASTP, BLASTX, TBLASTN, TBLASTX, их цели и особенности. Веб-интерфейс на сайте NCBI: список банков, ограничение поиска организмом или таксоном, выбор варианта BLASTN. Виды BLASTN: megablast, discontinuous megablast, blastn, их цели и особенности. Консервативные домены. База данных Conserved Domain Database.
5. Парное и множественное выравнивание последовательностей.	Запуск локальной версии BLAST. Установка программы. Составление базы данных из любого числа геномов. Запуск программы BLAST с командной строки. Тестирование различных фильтров. Алгоритмы парного и множественного выравнивания последовательностей. Динамическое программирование. Программы ClustalW, Muscle, TCOffee, Mega.
6. Филогенетические деревья: метод расстояний.	Основные понятия о филогенетических деревьях. Гомологи, ортологи, паралоги. Метод расстояний. Невзвешенный метод парной группировки (UPGMA). Метод ближайшего соседа. Бутстрэп. Программы для построения деревьев методом расстояний: ClustalW, Mega. Матрица расстояний.
7. Вероятностные подходы к филогении.	Вероятностные подходы к филогении. Метод Максимального правдоподобия. Проект «Дерево жизни» (TOL, Tree of Life). Горизонтальный обмен генов. Программы для построения деревьев методом максимального правдоподобия: phym1 and taxml.
8. Гомологи, ортологи, паралоги. Семейства ортологов.	Проблемы нахождения семейств ортологов. Семейство программ BLAST. База данных COG. HMM-профили и база данных семейств белков Pfam. Проект Quest for Orthologs и другие базы данных семейств ортологов. Автоматизация нахождения ортологов для геномов прокариот.
9. Пространственные структуры белков.	Пространственные структуры белков. Визуализация молекул. Водородные связи. Подвижность белка. Базы данных Uniprot, PDB. Анализ и визуализация 3-х мерной структуры белков. Программный пакет UCSF Chimera. Представление белка с лигандами или без. Выравнивание и сравнение структур. Программа FoldIt.
10. Поиск мотивов.	Поиск мотивов. Представление мотивов в виде позиционных весовых матриц (PWM). Построение PWM с помощью сервиса RSAT. Представление мотива в виде LOGO. Поиск мотивов de novo с помощью пакета MEME. Программа сравнения мотивов TOMTOM. Поиск мотивов в данных Chip-Seq. Программы MEME-ChIP и ChipMunk.
11. Вторичные структуры РНК.	Вторичные структуры РНК. Методы предсказания вторичной структуры РНК (программа RNAFold). Структурное выравнивание (LocARNA). Нахождение структурных паттернов (CM-finder). База данных RFam.
12. Предсказание генов de novo.	Предсказание генов de novo. Алгоритмы в основе предсказания генов. Цепи Маркова. Скрытые цепи Маркова. Интерполяционные цепи Маркова. Границы интронов и экзонов. Программы Prodigal, Glimmer, GenMark3 для предсказания генов прокариот.
13. Серверы аннотации геномов.	Серверы аннотации геномов: Prokka, RAST, SEED.
14. Анализ файлов аннотаций экспериментов NGS.	Анализ файлов аннотаций экспериментов NGS. Формат файлов .bed и .wig. Пакет bedtools. Поиск пересечений интервалов, просчет покрытия, учет вхождения одних интервалов в другие. Приложение к результатам Chip-Seq экспериментов проектов TheRoadmap Epigenomics и ENCODE.

V. ОЦЕНКА ЗНАНИЙ И ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

1.1. Формы контроля знаний, рейтинговая оценка и формируемые компетенции (очная форма обучения)

№ п/п	Наименование рейтингов, модулей и блоков	Формируемые компетенции	Объем учебной работы				Форма контроля	Количество баллов (min)	Количество баллов (max)
			Общая трудоемкость	Лекции	Лабор.-практ. занятия	Самост. работа			
Всего по дисциплине			144		36	107,75	Зачет	51	100
I. Рубежный рейтинг								31	60
Модуль 1. «Основы программирования на R»									
1.	Введение в систему Unix. Базы данных NCBI. Работа с файлами геномов, извлечение информации.	ПК-1.1	11		4	7	Защита лабораторной работы	3	5
2.	Базы данных генома человека и других животных. UCSC Genome Browser.	ПК-1.1	11		4	7	Защита лабораторной работы	3	5
3.	Модели эволюции нуклеотидных и аминокислотных последовательностей.	ПК-1.1	10,5		2	8,5	Защита лабораторной работы	3	5
4.	Пакет программ BLAST. Conserved Domain Data-base	ПК-1.1	14		4	10	Защита лабораторной работы.	2	5
5.	Попарное и множественное выравнивание последовательностей	ПК-1.2 ПК-1.3	13,25		4	9,25	Защита лабораторной работы	2	4
6.	Филогенетические деревья: метод расстояний	ПК-1.2 ПК-1.3	10		2	8	Защита лабораторной работы	2	4
7.	Вероятностные подходы к филогении.	ПК-1.2 ПК-1.3	10		2	8	Защита лабораторной работы	2	4
8.	Гомологи, ортологи, паралоги. Семейства ортологов.	ПК-1.2 ПК-1.3	9		2	7	Защита лабораторной работы.	2	4
9.	Пространственные структуры белков.		10		2	8		2	4
10.	Поиск мотивов.	ПК-1.2 ПК-1.3	9		2	7	Защита лабораторной	2	4

							работы		
11.	Вторичные структуры РНК.	ПК-1.2 ПК-1.3	10		2	8	Защита лабораторной работы	2	4
12.	Предсказание генов <i>denovo</i> .	ПК-1.2 ПК-1.3	9		2	7	Защита лабораторной работы	2	4
13.	Серверы аннотации геномов	ПК-1.2 ПК-1.3	8		2	6	Защита лабораторной работы	2	4
14.	Анализ файлов аннотаций экспериментов NGS	ПК-1.2 ПК-1.3	9		2	7	Защита лабораторной работы	2	4
II. Творческий рейтинг								2	5
III. Рейтинг личностных качеств								3	10
IV. Рейтинг сформированности прикладных практических требований								+	+
V. Промежуточная аттестация			0,25				Итоговое тестирование, презентация	15	25

1.2. Оценка знаний студента

1.2.1. Критерии оценки знаний студента на зачете

Оценка знаний по дисциплине осуществляется согласно Положению о системе оценки обучения в ФГБОУ Белгородского ГАУ. Уровень развития компетенций оценивается с помощью рейтинговых баллов.

Рейтинги	Характеристика рейтинга	Максимум баллов
Рубежный	Отражает работу студента на протяжении всего периода изучения дисциплины. Определяется суммой баллов, которые студент получит по результатам изучения каждого модуля.	60
Творческий	Результат выполнения студентом индивидуального творческого задания различных уровней сложности, в том числе, участие в различных конференциях и конкурсах на протяжении всего курса изучения дисциплины	5
Рейтинг личностных качеств	Оценка личностных качеств обучающихся, проявленных ими в процессе реализации дисциплины (модуля) (дисциплинированность, посещаемость учебных занятий, сдача вовремя контрольных мероприятий, ответственность, инициатива и др.)	10
Рейтинг сформированности прикладных практических требований	Оценка результата сформированности практических навыков по дисциплине (модулю), определяемый преподавателем перед началом проведения промежуточной аттестации и оценивается как «зачтено» или «не зачтено».	+
Промежуточная аттестация	Является результатом аттестации на окончательном этапе изучения дисциплины по итогам сдачи зачета или экзамена. Отражает уровень освоения информационно-теоретического компонента в целом и основ практической деятельности, в частности.	25
Итоговый рейтинг	Определяется путём суммирования всех рейтингов	100

Итоговая оценка компетенций студента осуществляется путём автоматического перевода баллов общего рейтинга в стандартные оценки:

Не зачтено	Зачтено	Зачтено	Зачтено
менее 51 балла	51-67 баллов	67,1-85 баллов	85,1-100 баллов

Процедура оценки знаний умений и навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций, производится преподавателем в форме текущего контроля и промежуточной аттестации.

Для повышения эффективности текущего контроля и последующей промежуточной аттестации студентов осуществляется структурирование дисциплины на модули. Каждый модуль учебной дисциплины включает в себя изучение законченного раздела, части дисциплины.

Основными видами текущего контроля знаний, умений и навыков в течение каждого модуля учебной дисциплины являются тестовый контроль, устный опрос, решение практических задач, защита индивидуальных домашних заданий.

Студент должен выполнить все контрольные мероприятия, предусмотренные в модуле учебной дисциплины к указанному сроку, после чего преподаватель проставляет балльные оценки, набранные студентом по результатам текущего контроля модуля учебной дисциплины.

Контрольное мероприятие считается выполненным, если за него студент получил оценку в баллах, не ниже минимальной оценки, установленной программой дисциплины по данному мероприятию.

Промежуточная аттестация обучающихся проводится в форме зачета.

Зачет проводится для оценки уровня усвоения обучающимся учебного материала лекционных курсов и лабораторно-практических занятий, а также самостоятельной работы. Оценка выставляется или по результатам учебной работы студента в течение семестра, или по итогам защиты проекта в форме презентации. Для дисциплин и видов учебной работы студента, по которым формой итогового отчета является зачет, определена оценка «зачтено», «не зачтено».

Оценка «зачтено» ставится в том случае, если обучающийся:

- владеет знаниями, выделенными в качестве требований к знаниям обучающихся в области изучаемой дисциплины;
- демонстрирует глубину понимания учебного материала с логическим и аргументированным его изложением;
- владеет основным понятийно-категориальным аппаратом по дисциплине;
- демонстрирует практические умения и навыки в области исследовательской деятельности.

Оценка «не зачтено» ставится в том случае, если обучающийся:

- демонстрирует знания по изучаемой дисциплине, но отсутствует глубокое понимание сущности учебного материала;
- допускает ошибки в изложении фактических данных по существу материала, представляется неполный их объем;
- демонстрирует недостаточную системность знаний;
- проявляет слабое знание понятийно-категориального аппарата по дисциплине;

- проявляет непрочность практических умений и навыков в области исследовательской деятельности.

Если студент для получения зачёта по дисциплине защищает разработанный им проект, то он сдаёт зачёт в форме защиты презентации по разработанному проекту, а также устных ответов на любые вопросы в пределах освоенной дисциплины.

1.3. Фонд оценочных средств. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки формируемых компетенций по дисциплине (приложение 1)

VI. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Основная учебная литература

1. Биостатистика : учебное пособие / Д. Н. Бегун, Е. Л. Борщук, Т. В. Бегун [и др.]. — Оренбург : ОрГМУ, 2020 — 117 с. — Текст : электронный // ЭБС "Лань" : [сайт]. - [URL:https://e.lanbook.com/book/176339](https://e.lanbook.com/book/176339)
2. Омельченко, В. П. Информатика, медицинская информатика, статистика : учебник / В. П. Омельченко, А. А. Демидова. - М. : ГЭОТАР-Медиа, 2021 - 608 с. - Текст : Электронный // ЭБС "Консультант студента" <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970459218.html>
3. Зуева, Л. П. Эпидемиологическая диагностика : монография / Л. П. Зуева. — 2-е изд., перераб. и доп. — Санкт-Петербург : ФОЛИАНТ, 2009. — 312 с. — ISBN 978-5-93929-191-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/143974> . — Режим доступа: для авториз. пользователей.

6.2. Дополнительная литература

1. Мастицкий, С. Э. Статистический анализ и визуализация данных с помощью R / С. Э. Мастицкий, В. К. Шитиков. — Москва : ДМК Пресс, 2015. — 496 с. — ISBN 978-5-97060-301-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/73072> . — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Мастицкий, С. Э. Визуализация данных с помощью ggplot2 / С. Э. Мастицкий. — Москва : ДМК Пресс, 2017. — 222 с. — ISBN 978-5-97060-470-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/107895> . — Режим доступа: для авториз. пользователей.

6.3. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Самостоятельная работа обучающихся заключается в инициативном поиске информации о наиболее актуальных проблемах, которые имеют большое практическое значение и являются предметом научных дискуссий в рамках изучаемой дисциплины.

Самостоятельная работа планируется в соответствии с календарными планами рабочей программы по дисциплине и в методическом единстве с тематикой учебных аудиторных занятий.

6.3.1. Методические указания по освоению дисциплины

Вид учебных занятий	Организация деятельности студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометить важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии.
Лабораторно-практические занятия	Проработка рабочей программы, уделяя особое внимание целям и задачам структуре и содержанию дисциплины. Конспектирование источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы, работа с текстом (методика

Вид учебных занятий	Организация деятельности студента
	полевого опыта), решение задач по алгоритму и решение ситуационных задач Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме.
Самостоятельная работа	Знакомство с электронной базой данных кафедры морфологии и физиологии, основной и дополнительной литературой, включая справочные издания, зарубежные источники, конспект основных положений, терминов, сведений, требующих для запоминания и являющихся основополагающими в этой теме. Составление аннотаций к прочитанным литературным источникам и др. Решение ситуационных задач по своему индивидуальному варианту, в которых обучающемуся предлагают осмыслить реальную профессионально-ориентированную ситуацию, необходимую для решения данной проблемы. Тестирование - система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося. Контрольная работа - средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу.
Подготовка к экзамену/зачету	При подготовке к экзамену/зачету необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу, полученные навыки по решению ситуационных задач

6.3.2. Видеоматериалы

Каталог учебных видеоматериалов на официальном сайте ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ – Режим доступа:

<https://www.belgau.ru/InfResource/library/video/economy.php>

6.4. Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современные профессиональные базы данных, информационные справочные системы

1. Gene Expression Omnibus - <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/geo/>
2. База прикладных пакетов для языковой среды R - <https://bioconductor.org/>
3. База данных UniProt - <https://www.uniprot.org>
4. База данных – Ensembl - <https://www.ensembl.org/index.html>
5. База данных - Gene Ontology Resource - <https://geneontology.org/>
6. База данных - Kyoto Encyclopedia of Genes and Genomes - <https://www.kegg.jp/>
7. База данных – Reactome - <https://reactome.org/>
8. База данных–String
<https://docs.oracle.com/en/java/javase/17/docs/api/java.base/java/lang/String.html>

VII. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1. Помещения, укомплектованные специализированной мебелью, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории

Виды помещений	Оборудование и технические средства обучения
№ 2 Учебная аудитория для занятий лекционного типа	Специализированная мебель на 200 посадочных мест. Рабочее место преподавателя: стол, стул, кафедра-трибуна напольная, доска меловая настенная. Набор демонстрационного оборудования: проектор NEC (NP 405 G); экран для проектора с электроприводом 406x305 Screen Champion 4:3 MW; ноутбук AsusK50C 15.6»/Celeron.-VGA, конвертер ATEN VE022; 4 акустические колонки KENWOOD; трансляционный микшер-усилитель ProAudioPA-913M; беспроводной микрофон UHF SR40; система видеонаблюдения
№ 301 Компьютерный класс	компьютер в сборе ELPO «PC-13-8100-8GB-ITB» (15 комплектов) Стол ученический, стул ученический, стул вертушка, доска меловая настенная, стенды, жалюзи, купольная видеокамера
Помещения для самостоятельной работы с возможностью подключения к Интернету и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду Белгородского ГАУ (читальные залы библиотеки)	Специализированная мебель; комплект компьютерной техники в сборе (системный блок: Asus P4BGL-MX\Intel Celeron, 1715 MHz\256 Mб PC2700 DDR SDRAM\ST320014A (20 Гб, 5400 RPM, Ultra-ATA/100)\ NEC CD-ROM CD-3002A\Intel® 82845G/GL/GE/PE/GV Graphics Controller, монитор: Proview 777(N) / 786(N) [17» CRT], клавиатура, мышь.) в количестве 10 единиц с возможностью подключения к сети Интернет и обеспечения доступа в электронную информационно-образовательную среду Белгородского ГАУ; настенный плазменный телевизор SAMSUNG PS50C450B1 Black HD (диагональ 127 см); аудиовидео кабель HDMI

7.2. Комплект лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства

Виды помещений	Оборудование
№ 2 Учебная аудитория для занятий лекционного типа	- MS Windows WinStrtr 7 Acadm Legalization RUS OPL NL. Договор №180 от 12.02.2011. Срок действия лицензии – бессрочно; - MS Office Std 2010 RUS OPL NL Acadm. Договор №180 от 12.02.2011. Срок действия лицензии – бессрочно; Anti-virus Kaspersky Endpoint Security для бизнеса (Сублицензионный договор от 10.12.2025 № 200910427125100571-4.0.25.1126) – 522 лицензии. Срок действия лицензии 1 год.
№ 301 Компьютерный класс	- MS Office Std 2010 RUS OPL NL Acadm. Договор №180 от 12.02.2011. Срок действия лицензии – бессрочно; Anti-virus Kaspersky Endpoint Security для бизнеса (Сублицензионный договор от 10.12.2025 № 200910427125100571-4.0.25.1126) – 522 лицензии. Срок действия лицензии 1 год. Информационно правовое обеспечение «Гарант» (для учебного процесса). Договор №ЭПС-12-119 от 01.09.2012. Срок действия - бессрочно. (отечественное ПО) - СПС КонсультантПлюс: Версия Проф. Консультант Финансист. КонсультантПлюс: Консультации для бюджетных организаций. Договор от 01.01.2017. Срок действия - бессрочно (отечественное ПО)
Помещения для самостоятельной работы с возможностью подключения к Интернету и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду Белгородского ГАУ (читальные залы библиотеки)	Microsoft Imagine Premium Electronic Software Delivery. Сублицензионный договор №937/18 на передачу неисключительных прав от 16.11.2018. Срок действия лицензии- бессрочно. MS Office Std 2010 RUS OPL NL Acadm. Договор №180 от 12.02.2011. Срок действия лицензии – бессрочно. Anti-virus Kaspersky Endpoint Security для бизнеса (Сублицензионный договор от 10.12.2025 № 200910427125100571-4.0.25.1126) – 522 лицензии. Срок действия лицензии 1 год. Информационно правовое обеспечение «Гарант» (для учебного процесса). Договор №ЭПС-12-119 от 01.09.2012. Срок действия – бессрочно. СПС КонсультантПлюс: Версия Проф. Консультант Финансист. КонсультантПлюс: Консультации для бюджетных организаций. Договор от 01.01.2017. Срок действия – бессрочно. RNVoice-v0.4-a2 синтезатор речи Программа Balabolka (portable) для чтения вслух текстовых файлов. Программа экранного доступа NDVA

7.3. Электронные библиотечные системы и электронная информационно-образовательная среда

- 8 – ЭБС «ZNANIUM.COM», лицензионный договор (неисключительная лицензия) № 409эбс от 30.06.2025 с Обществом с ограниченной ответственностью «ЗНАНИУМ»;
- 9 – ЭБС «AgriLib», дополнительное соглашение № 1 от 31.01.2020/33 к лицензионному договору №ПДД 3/15 на предоставление доступа к электронно-библиотечной системе ФГБОУ ВПО РГАЗУ от 15.01.2015;
- – ЭБС «Лань», лицензионный договор № 1-14-2025 от 06.10.2025 с Обществом с ограниченной ответственностью «Издательство Лань»

VIII. ОСОБЕННОСТИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

В случае обучения в университете инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья учитываются особенности психофизического развития, индивидуальные возможности и состояние здоровья таких обучающихся.

Образование обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья может быть организовано как совместно с другими обучающимися, так и в отдельных группах. Обучающиеся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья обеспечены печатными и (или) электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья. Обучение инвалидов осуществляется также в соответствии с индивидуальной программой реабилитации инвалида (при наличии).

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья по слуху возможно предоставление учебной информации в визуальной форме (краткий конспект лекций; тексты заданий). На аудиторных занятиях допускается присутствие ассистента, а также сурдопереводчиков и (или) тифлосурдопереводчиков. Текущий контроль успеваемости осуществляется в письменной форме: обучающийся письменно отвечает на вопросы, письменно выполняет практические задания. Доклад (реферат) также может быть представлен в письменной форме, при этом требования к содержанию остаются теми же, а требования к качеству изложения материала (понятность, качество речи, взаимодействие с аудиторией и т. д.) заменяются на соответствующие требования, предъявляемые к письменным работам (качество оформления текста и списка литературы, грамотность, наличие иллюстрационных материалов и т.д.). Промежуточная аттестация для лиц с нарушениями слуха проводится в письменной форме, при этом используются общие критерии оценивания. При необходимости время подготовки к ответу может быть увеличено.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья по зрению университетом обеспечивается выпуск и использование на учебных занятиях альтернативных форматов печатных материалов (крупный шрифт или аудиофайлы) а также обеспечивает обучающихся надлежащими звуковыми средствами воспроизведения информации (диктофонов и т.д.). Допускается присутствие ассистента, оказывающего обучающемуся необходимую техническую помощь. Текущий контроль успеваемости осуществляется в устной форме. При проведении промежуточной аттестации для лиц с нарушением зрения тестирование может быть заменено на устное собеседование по вопросам.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно- двигательного аппарата материально-технические условия университета обеспечивают возможность беспрепятственного

доступа обучающихся в учебные помещения, а также пребывания в них (наличие пандусов, поручней, расширенных дверных проемов, лифтов; наличие специальных кресел и других приспособлений). На аудиторных занятиях, а также при проведении процедур текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации лицам с ограниченными возможностями здоровья, имеющим нарушения опорно-двигательного аппарата могут быть предоставлены необходимые технические средства (персональный компьютер, ноутбук или другой гаджет); допускается присутствие ассистента (ассистентов), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь (занять рабочее место, передвигаться по аудитории, прочитать задание, оформить ответ, общаться с преподавателем).