

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Соловьев Дмитрий Александрович
Должность: ректор ФГБОУ ВО Вавиловский университет
Дата подписания: 18.09.2025 13:58:18
Уникальный программный ключ:
528682d78e671e566ab07f01fe1ba2172f735a12



МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение

высшего образования

«Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н. И. Вавилова»

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

Лушников В. П./

« 11 » мая 2024 г.

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Дисциплина	Биоинформатика в селекции с.-х. животных
Специальность	06.05.01 Биотехнологии и биоинформатика
Направленность (профиль)	Генетика и селекция сельскохозяйственных животных
Квалификация выпускника	Биоинженер и биоинформатик
Нормативный срок обучения	5 лет
Форма обучения	Очная
Кафедра-разработчик	Генетика, разведение, кормление животных и аквакультура
Ведущий преподаватель	Лушников В.П., профессор

Разработчики: профессор, Лушников В. П.

ассистент Кирилина Т. О.

(подпись)

(подпись)

Саратов 2024

Содержание

1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения ОПОП.....	3
2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания	7
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.....	13
4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	16

1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения ОПОП

В результате изучения дисциплины «Биоинформатика в селекции с.-х. животных» обучающиеся, в соответствии с ФГОС ВО по специальности 06.05.01 Биоинженерия и биоинформатика, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования РФ от 12.08.2020г. № 973, формируют следующие компетенции, указанные в таблице 1.

Таблица 1

Формирование компетенций в процессе изучения дисциплины «Биоинформатика в селекции с.-х. животных»

Компетенция		Структурные элементы компетенции (в результате освоения дисциплины обучающий должен знать, уметь, владеть)	Этапы формирования компетенции в процессе освоения ОПОП (семестр)	Виды занятий для формирования компетенции	Оценочные средства для оценки уровня сформированности компетенции
Код	Наименование				
1	2	3	4	5	6
ОПК-1	Способен проводить наблюдения, описания, идентификацию и научную классификацию организмов (прокариот, грибов, растений и животных)	ОПК-1.2 Проводит наблюдение, описание, идентификацию и научную классификацию основных видов животных	6	лекции и лабораторные занятия	Лабораторные занятия, самостоятельная работа
ОПК-2	Способен использовать специализированные знания фундаментальных разделов математики, физики, химии и биологии для проведения исследований в области биоинженерии, биоинформатики и смежных дисциплин (модулей)	ОПК-2.1 Использует специализированные знания фундаментальных разделов математики для проведения исследований в области биоинженерии, биоинформатики и смежных дисциплин (модулей)	6	лекции и лабораторные занятия	Лабораторные занятия, самостоятельная работа
		ОПК-2.4 Использует специализированные знания фундаментальных разделов биологии для проведения исследований в области биоинженерии, биоинформатики и смежных дисциплин (модулей)			

ОПК-3	Способен проводить экспериментальную работу с организмами и клетками, использовать физико-химические методы исследования макромолекул, математические методы обработки результатов биологических исследований	ОПК-3.3 Проводит обработку результатов эксперимента с использованием математических методов	6	лекции и лабораторные занятия	Лабораторные занятия, самостоятельная работа
ОПК-4	Способен применять методы биоинженерии и биоинформатики для получения новых знаний и для получения биологических объектов с целенаправленно измененными свойствами, проводить анализ результатов и методического опыта исследования, определять практическую значимость исследования	ОПК-4.1 Использует методы биоинженерии и биоинформатики для получения биологических объектов с целенаправленно измененными свойствами ОПК-4.2 Проводит анализ результатов и методического опыта исследования по получению биологических объектов с целенаправленно измененными свойствами, а также определяет практическую значимость проведенного исследования	7	лекции и лабораторные занятия	Лабораторные занятия, самостоятельная работа
ОПК-5	Способен находить и использовать информацию, накопленную в базах данных по биологическим объектам, включая нуклеиновые кислоты и белки, владеть основными биоинформатическими средствами анализа	ОПК-5.1 Находит и использует в профессиональной деятельности информацию, накопленную в биологических базах данных по структуре геномов, нуклеиновых кислот и белков ОПК-5.2 Владеет основными биоинформатическими средствами анализа геномной, структурной и другой биологической информации, в том числе специализированным программным обеспечением ОПК-5.3 Анализирует большие массивы информации по биологическим объектам с использованием Big data	7	лекции и лабораторные занятия	Лабораторные занятия, самостоятельная работа
ОПК-7	Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач	ОПК-7.1 Понимает принципы работы современных информационных технологий ОПК-7.2 Использует современные	7	лекции и лабораторные занятия	Лабораторные занятия, самостоятельная работа

	профессиональной деятельности	информационные технологии при сборе, обработке, анализе, хранении, систематизации и представлении информации в профессиональной деятельности			
ПК-2	Способен оценивать и применять результаты селекции сельскохозяйственных животных и рыб с использованием методов биоинженерии, биоинформатики и смежных дисциплин	ПК-2.2 Моделирует различные варианты селекционных программ	7	лекции и лабораторные занятия	Лабораторные занятия, самостоятельная работа
ПК-3	Способен применять методы молекулярной генетики в селекции сельскохозяйственных животных	ПК-3.2 Применяет молекулярно-генетические методы при оценке селекционно-племенной работы в животноводстве	7	лекции и лабораторные занятия	Лабораторные занятия, самостоятельная работа

Примечание:

Компетенция ОПК-1 - также формируется в ходе освоения дисциплин:

«Зоология», «Биоинформатика в селекции с.-х. животных», «Биоинформационный анализ молекулярно-генетических данных», «Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы»

Компетенция ОПК-2 - также формируется в ходе освоения дисциплин:

«Высшая математика», «Теория вероятностей и математическая статистика», «Генетика животных», «Цифровые технологии и программирование», «Математическое и компьютерное моделирование», «Биоинформатика в селекции с.-х. животных», «Биоинформационный анализ молекулярно-генетических данных», «Базы данных генетической и геномной информации для селекции с.-х. животных», «Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы», «Экология», «Введение в специальность», «Анатомия сельскохозяйственных животных», «Цитология, гистология и эмбриология с.-х. животных», «Физиология и этология с.-х. животных», «Основы биотехнологии», «Вирусология», «Молекулярная биология»

Компетенция ОПК-3 - также формируется в ходе освоения дисциплин:

«Теория вероятностей и математическая статистика», «Генетика животных», «Молекулярно-генетические методы исследований в животноводстве», «Математическое и компьютерное моделирование», «Биоинформатика в селекции с.-х. животных», «Биоинформационный анализ молекулярно-

генетических данных», «Базы данных генетической и геномной информации для селекции с.-х. животных», «Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы»

Компетенция ОПК-4 - также формируется в ходе освоения дисциплин:

«Биоинформационный анализ молекулярно-генетических данных», «Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы»

Компетенция ОПК-5 - также формируется в ходе освоения дисциплин:

«Биоинформатика в селекции с.-х. животных», «Биоинформационный анализ молекулярно-генетических данных», «Базы данных генетической и геномной информации для селекции с.-х. животных», «Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы»

Компетенция ОПК-7 - также формируется в ходе освоения дисциплин:

«Информатика», «Проектирование и управление базами данных», «Алгоритмы и архитектура программных решений», «Биоинформатика в селекции с.-х. животных», «Биоинформационный анализ молекулярно-генетических данных», «Базы данных генетической и геномной информации для селекции с.-х. животных», «Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы», «Генетика животных», «Математическое и компьютерное моделирование»

Компетенция ПК-2- также формируется в ходе освоения дисциплин:

«Молекулярно-генетические методы исследований в животноводстве», «Биоинформатика в селекции с.-х. животных», «Биоинформационный анализ молекулярно-генетических данных», «Базы данных генетической и геномной информации для селекции с.-х. животных», «Методы редактирования генома», «Маркер-ориентированная селекция с.-х. животных», «Генная и клеточная инженерия в животноводстве», «Молекулярно-генетическая экспертиза с.-х. животных», «Репродуктивные технологии в животноводстве», «Научно-исследовательская работа», «Преддипломная практика», «Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы», «Генетические ресурсы с.-х. животных», «Сохранение генофонда исчезающих пород с.-х. животных»

Компетенция ПК-3- также формируется в ходе освоения дисциплин:

«Биоинформационный анализ молекулярно-генетических данных», «Базы данных генетической и геномной информации для селекции с.-х. животных», «Генетические основы селекции с.-х. животных», «Популяционная генетика», «Методы редактирования генома», «Маркер-ориентированная

селекция с.-х. животных», «Генная и клеточная инженерия в животноводстве», «Молекулярно-генетическая экспертиза с.-х. животных», «Генетические аномалии с.-х. животных», «Научно-исследовательская работа», «Преддипломная практика», «Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы», «Сохранение генофонда исчезающих пород с.-х. животных»

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

Таблица 2.

Перечень оценочных материалов

№ п/п	Наименование оценочного материала	Краткая характеристика оценочного материала	Представление оценочного средства в ОМ
1	доклад, сообщение	продукт самостоятельной работы обучающегося, представляющий собой публичное выступление по представлению полученных результатов решения определенной учебно-практической, учебно-исследовательской или научной темы	темы докладов, сообщений
2	собеседование	средство контроля, организованное как специальная беседа педагогического работника с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной и рассчитанной на выяснение объема знаний, обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.	вопросы по темам дисциплины: - перечень вопросов для устного опроса, - задания для самостоятельной работы
3	занятие пресс-конференция	продукт самостоятельной работы обучающихся, представляющий собой доклад с презентацией на один из вопросов изучаемой темы	темы занятий пресс-конференций

Таблица 3

Программа оценивания контролируемой дисциплины

№ п/п	Контролируемые разделы (темы дисциплины)	Код контролируемой компетенции (или ее	Наименование оценочного средства
-------	--	--	----------------------------------

		части)	
1	Биоинформатика как инструмент современной селекции.	ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3	Собеседование, Самостоятельная работа
2	Структура и особенности геномов сельскохозяйственных животных.	ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3	Собеседование, занятие пресс-конференции
3	Работа с базами данных геномов.	ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3	Собеседование, Самостоятельная работа
4	ДНК-маркеры продуктивности сельскохозяйственных животных.	ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3	Собеседование, Самостоятельная работа
5	Программные решения для биоинформационного анализа данных биологических объектов.	ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3	Собеседование, Самостоятельная работа
6	Визуализация геномных данных.	ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3	Собеседование, Самостоятельная работа
7	Технологии секвенирования в селекции.	ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3	Собеседование, Самостоятельная работа
8	Основы GWAS и QTL-анализа.	ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3	Собеседование, Самостоятельная работа
9	Обработка данных секвенирования.	ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3	Собеседование, Самостоятельная работа
10	Анализ GWAS в R.	ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3	Собеседование, Самостоятельная работа
11	Принципы GBLUP и ssGBLUP.	ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3	Собеседование, Самостоятельная работа
12	Работа с программой BLUPF90. Подготовка файлов pedigree, фенотипов и генотипов.	ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3	Собеседование, Самостоятельная работа
13	Машинное обучение в селекции.	ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3	Собеседование, Самостоятельная работа
14	Построение геномных предсказательных моделей. Использование Python-библиотек.	ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3	Собеседование, Самостоятельная работа
15	РНК-секвенирование в селекции.	ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3	Доклад, сообщение
16	Эпигенетические модификации. Роль метилирования ДНК в наследовании признаков.	ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3	Собеседование, Самостоятельная работа
17	Анализ RNA-seq данных.	ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3	Собеседование, Самостоятельная

			работа
18	Выравнивание ридов (HISAT2), подсчет экспрессии (featureCounts).	ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3	Собеседование, занятие пресс-конференции
19	Дифференциальная экспрессия генов.	ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3	Собеседование, Самостоятельная работа
20	Направленная селекция. Виды селекции.	ОПК-4, ОПК-5, ОПК-6, ОПК-7, ПК-2, ПК-3	Собеседование, Самостоятельная работа
21	Методы современной селекции.	ОПК-4, ОПК-5, ОПК-6, ОПК-7, ПК-2, ПК-3	Собеседование, Самостоятельная работа
22	Биоинформатика в молочном скотоводстве.	ОПК-4, ОПК-5, ОПК-6, ОПК-7, ПК-2, ПК-3	Собеседование, Самостоятельная работа
23	Селекция на устойчивость к болезням.	ОПК-4, ОПК-5, ОПК-6, ОПК-7, ПК-2, ПК-3	Собеседование, Самостоятельная работа
24	Редактирование геномов. Дизайн гидов РНК для целевых генов.	ОПК-4, ОПК-5, ОПК-6, ОПК-7, ПК-2, ПК-3	Собеседование, Самостоятельная работа
25	Разработка ДНК-теста для отбора. Подбор SNP-маркеров для признака.	ОПК-4, ОПК-5, ОПК-6, ОПК-7, ПК-2, ПК-3	Собеседование, Самостоятельная работа
26	Оценка генетического разнообразия. Расчет FST, PCA в программе PLINK.	ОПК-4, ОПК-5, ОПК-6, ОПК-7, ПК-2, ПК-3	Собеседование, Самостоятельная работа
27	Генетические паспорта животных.	ОПК-4, ОПК-5, ОПК-6, ОПК-7, ПК-2, ПК-3	Собеседование, Самостоятельная работа
28	Создание базы данных SNP.	ОПК-4, ОПК-5, ОПК-6, ОПК-7, ПК-2, ПК-3	Собеседование, Самостоятельная работа
29	Сравнительная геномика. Анализ синтении между видами.	ОПК-4, ОПК-5, ОПК-6, ОПК-7, ПК-2, ПК-3	Собеседование, Самостоятельная работа
30	Протеомика в селекции сельскохозяйственных животных.	ОПК-4, ОПК-5, ОПК-6, ОПК-7, ПК-2, ПК-3	Собеседование, Самостоятельная работа
31	Предсказание структуры белков.	ОПК-4, ОПК-5, ОПК-6, ОПК-7, ПК-2, ПК-3	Собеседование, Самостоятельная работа
32	Основы структурной биологии и предсказания структуры белка.	ОПК-4, ОПК-5, ОПК-6, ОПК-7, ПК-2, ПК-3	Собеседование, Самостоятельная работа
33	Генетический мониторинг инбридинга. Расчет коэффициента инбридинга.	ОПК-4, ОПК-5, ОПК-6, ОПК-7, ПК-2, ПК-3	Собеседование, Самостоятельная работа
34	Вычислительные методы анализа белковых структур.	ОПК-4, ОПК-5, ОПК-6, ОПК-7, ПК-2, ПК-3	Собеседование, Самостоятельная работа

			работа
35	Дизайн белков с улучшенной стабильностью.	ОПК-4, ОПК-5, ОПК-6, ОПК-7, ПК-2, ПК-3	Собеседование, Самостоятельная работа
36	Нейросети для прогноза продуктивности.	ОПК-4, ОПК-5, ОПК-6, ОПК-7, ПК-2, ПК-3	Собеседование, Самостоятельная работа
37	Искусственный интеллект в селекции.	ОПК-4, ОПК-5, ОПК-6, ОПК-7, ПК-2, ПК-3	Собеседование, Самостоятельная работа
38	Программы для выравнивания NGS-данных.	ОПК-4, ОПК-5, ОПК-6, ОПК-7, ПК-2, ПК-3	Собеседование, занятие пресс-конференции
39	Клиническая биоинформатика.	ОПК-4, ОПК-5, ОПК-6, ОПК-7, ПК-2, ПК-3	Собеседование, Самостоятельная работа
40	Диагностика мутаций.	ОПК-4, ОПК-5, ОПК-6, ОПК-7, ПК-2, ПК-3	Собеседование, Самостоятельная работа
41	Анализ структурных вариаций.	ОПК-4, ОПК-5, ОПК-6, ОПК-7, ПК-2, ПК-3	Собеседование, Самостоятельная работа
42	Поиск мутаций, связанных с наследственными болезнями. Анализ патогенности.	ОПК-4, ОПК-5, ОПК-6, ОПК-7, ПК-2, ПК-3	Собеседование, Самостоятельная работа
43	Машинное обучение для классификации мутаций.	ОПК-4, ОПК-5, ОПК-6, ОПК-7, ПК-2, ПК-3	Собеседование, Самостоятельная работа
44	Популяционный анализ генетических вариаций.	ОПК-4, ОПК-5, ОПК-6, ОПК-7, ПК-2, ПК-3	Собеседование, Самостоятельная работа
45	Автоматизация анализа биологических объектов.	ОПК-4, ОПК-5, ОПК-6, ОПК-7, ПК-2, ПК-3	Собеседование, Самостоятельная работа

Таблица 4

Описание показателей и критериев оценивания компетенций по дисциплине «Молекулярно-генетические методы исследований в животноводстве» на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Код компетенции, этапы освоения компетенции	Индикаторы достижения компетенций	Показатели и критерии оценивания результатов обучения			
		ниже порогового уровня (неудовлетворительно)	пороговый уровень (удовлетворительно)	продвинутый уровень (хорошо)	высокий уровень (отлично)
1	2	3	4	5	6

ОПК-1	ОПК-1.2 Проводит наблюдение, описание, идентификацию и научную классификацию основных видов животных	не может определить и классифицировать основные виды, допускает грубые ошибки в описании	определяет основные виды с помощью справочников, допускает незначительные ошибки	точно классифицирует большинство видов, дает полное описание	свободно идентифицирует виды, анализирует их особенности, использует современные таксономические системы
ОПК-2	ОПК – 2.1 Использует специализированные знания фундаментальных разделов математики для проведения исследований в области биоинженерии, биоинформатики и смежных дисциплин (модулей) ОПК-2.4 Использует специализированные знания фундаментальных разделов биологии для проведения исследований в области биоинженерии, биоинформатики и смежных дисциплин (модулей)	не применяет математические методы в исследованиях, не понимает физические основы методов	использует базовые математические методы с помощью преподавателя, описывает основные физические принципы с ошибками	самостоятельно применяет математические методы для анализа данных, правильно применяет физические методы в исследованиях	разрабатывает и адаптирует математические модели для решения исследовательских задач, оптимизирует экспериментальные методы на основе физических принципов
ОПК-3	ОПК-3.3 Проводит обработку результатов эксперимента с использованием математических методов	не может выполнить базовые эксперименты	проводит простые опыты под руководством	самостоятельно выполняет стандартные эксперименты	разрабатывает новые экспериментальные методики

ОПК-4	ОПК-4.1 Использует методы биоинженерии и биоинформатики для получения биологических объектов с целенаправленными измененными свойствами ОПК-4.2 Проводит анализ результатов и методического опыта исследования по получению биологических объектов с целенаправленными измененными свойствами, а также определяет практическую значимость проведенного исследования				
ОПК-5	ОПК-5.1 Находит и использует в профессиональной деятельности информацию, накопленную в биологических базах данных по структуре геномов, нуклеиновых кислот и белков ОПК-5.2 Владеет основными биоинформатическими средствами анализа геномной, структурной и другой биологической информации, в том числе специализированным программным обеспечением ОПК-5.3 Анализирует большие массивы информации по биологическим объектам с использованием Big data	не может найти информацию в базах, не использует специализированное ПО	находит данные с помощью преподавателя, применяет по существенным и ошибками	самостоятельно работает с базами данных, грамотно использует основные программы	критически анализирует данные из разных источников, разрабатывает скрипты для анализа данных

ОПК-7	ОПК-7.1 Понимает принципы работы современных информационных технологий	не знает основных информационных технологий	путает базовые информационные технологии	правильно описывает информационные технологии	понимает перспективные информационные технологии
	ОПК-7.2 Использует современные информационные технологии при сборе, обработке, анализе, хранении, систематизации и представлении информации в профессиональной деятельности				
ПК- 2	ПК-2.2 Моделирует различные варианты селекционных программ	обучающийся не знает методов исследования макромолекул и математических методов обработки результатов	обучающийся демонстрирует знания только основного материала, но не знает методов исследования макромолекул и математических методов обработки результатов	обучающийся демонстрирует знание материала не допускает существенных неточностей	обучающийся демонстрирует знание материала легко и хорошо ориентируется в методах исследования макромолекул и математических методов обработки результатов
ПК-3	ПК-3.2 Применяет молекулярно-генетические методы при оценке селекционно-племенной работы в животноводстве	обучающийся не знает методов оценки селекционно-племенной работы	обучающийся демонстрирует знания только основного материала, но не знает методов оценки селекционно-племенной работы	обучающийся демонстрирует знание материала не допускает существенных неточностей	обучающийся демонстрирует знание материала легко и хорошо ориентируется в молекулярно-генетических методах применяемых при селекционно-племенной оценке в животноводстве

2. 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

2.1. Лабораторные занятия

Выполнение обучающимися лабораторных работ направлено на обобщение, систематизацию, углубление, закрепление полученных теоретических знаний по конкретным темам дисциплины.

Перечень тем лабораторных работ:

1. Работа с геномными базами данных (NCBI, Ensembl) для поиска генов продуктивности у сельскохозяйственных животных.
2. Анализ SNP-маркеров с использованием UCSC Genome Browser и их связь с хозяйственно-полезными признаками.
3. Обработка данных NGS: контроль качества FASTQ-файлов с помощью FastQC и Trimmomatic.
4. Выравнивание последовательностей с использованием BWA и Bowtie2 для выявления генетических вариантов.
5. Проведение GWAS-анализа с помощью программ PLINK и TASSEL для поиска ассоциаций маркеров.
6. Филогенетический анализ пород животных с построением дендрограмм в программе MEGA.
7. Молекулярное моделирование белков с использованием SWISS-MODEL для изучения функциональных мутаций.
8. Анализ данных RNA-seq в программе DESeq2 для выявления дифференциально экспрессируемых генов.
9. Подбор CRISPR/Cas9 мишеней для редактирования генов с помощью инструментов CHOPCHOP.
10. Визуализация геномных данных с использованием R (ggplot2) для научных публикаций

2.2. Рубежный контроль

Вопросы рубежного контроля №1

1. Основные биоинформатические базы данных по геномике животных и их применение в селекции.
2. Методы анализа SNP-маркеров и их значение для геномной селекции.
3. Принципы работы с FASTQ-файлами: контроль качества и предобработка данных.
4. Алгоритмы выравнивания последовательностей (BWA, Bowtie2) и их настройка.
5. Инструменты для выявления генетических вариантов (GATK, SAMtools).
6. Методы GWAS-анализа и их применение в селекции животных.
7. Основные этапы филогенетического анализа и их интерпретация.
8. Программы для предсказания структуры белков и анализ влияния мутаций.
9. Методы RNA-seq и их использование для изучения экспрессии генов.
10. Принципы подбора CRISPR/Cas9 мишеней и оценка их эффективности.
11. Основы визуализации геномных данных с использованием R и Python.
12. Методы аннотации генов и их функциональный анализ.
13. Современные подходы к геномной селекции и их преимущества.

14. Этические и правовые аспекты использования биоинформатики в животноводстве.
15. Примеры успешного применения биоинформатики в селекционных программах.

Дополнительные вопросы (5):

1. Какие факторы влияют на точность выравнивания NGS-данных?
2. Как оценить качество подбора gRNA для CRISPR/Cas9?
3. Какие статистические методы используются в GWAS?
4. Как интерпретировать результаты филогенетического анализа?
5. Каковы основные проблемы при анализе RNA-seq данных?

Вопросы рубежного контроля №2

1. Современные методы анализа метагеномных данных в животноводстве.
2. Использование машинного обучения для прогнозирования селекционных признаков.
3. Интеграция данных omics (геномика, транскриптомика, протеомика) в селекции.
4. Анализ эпигенетических модификаций и их роль в продуктивности животных.
5. Методы сравнительной геномики для изучения эволюции пород.
6. Применение искусственного интеллекта в анализе больших геномных данных.
7. Современные подходы к геномному предсказанию племенной ценности.
8. Анализ микробиома и его влияние на здоровье и продуктивность животных.
9. Методы идентификации генов-кандидатов для селекции.
10. Использование облачных платформ (Galaxy, CyVerse) для биоинформатического анализа.
11. Методы валидации генетических маркеров в селекционных программах.
12. Анализ структурных вариантов (CNV, инверсии) и их влияние на признаки.
13. Современные инструменты для аннотации геномов сельскохозяйственных животных.
14. Применение сетевого анализа для изучения генетических взаимодействий.
15. Перспективы персонализированной селекции на основе геномных данных.

Дополнительные вопросы:

1. Как интегрировать данные RNA-seq и GWAS для поиска генов-кандидатов?
2. Какие алгоритмы машинного обучения наиболее эффективны для анализа геномных данных?
3. Как оценить влияние эпигенетических модификаций на продуктивность?
4. Каковы основные сложности при работе с метагеномными данными?
5. Как использовать облачные вычисления для ускорения биоинформатического анализа?

2.4. Промежуточная аттестация

В соответствии с учебным планом по специальности 06.05.01 «Биоинженерия и биоинформатика» в качестве промежуточной аттестации в 7 семестре предусмотрен зачет.

Вопросы, выносимые на зачет/экзамен

1. Основные биоинформатические базы данных по геномике сельскохозяйственных животных и их практическое применение.
2. Методы анализа SNP-маркеров и их значение для повышения эффективности селекции.
3. Современные подходы к обработке и анализу данных NGS в животноводстве.
4. Принципы работы с FASTQ-файлами: контроль качества и предварительная обработка данных.
5. Алгоритмы выравнивания последовательностей (BWA, Bowtie2) и их сравнительная характеристика.
6. Методы выявления генетических вариантов с использованием GATK и SAMtools.
7. GWAS-анализ: принципы проведения и интерпретация результатов для селекционных программ.
8. Филогенетический анализ пород животных: методы и практическое значение.
9. Современные методы предсказания структуры белков и анализ функциональных мутаций.
10. Технологии RNA-seq и их применение для изучения экспрессии генов у сельскохозяйственных животных.
11. Принципы подбора CRISPR/Cas9 мишеней и оценка их специфичности.
12. Методы визуализации геномных данных с использованием R и Python.
13. Функциональная аннотация генов и её значение для селекции.
14. Современные стратегии геномной селекции и их преимущества перед традиционными методами.
15. Этические и правовые аспекты применения геномных технологий в животноводстве.

16. Методы анализа метагеномных данных и их применение в животноводстве.
17. Использование машинного обучения для прогнозирования селекционно-значимых признаков.
18. Интеграция данных omics-технологий (геномика, транскриптомика, протеомика) в селекции.
19. Эпигенетические модификации и их влияние на продуктивные качества животных.
20. Сравнительная геномика как инструмент изучения эволюции пород.
21. Применение искусственного интеллекта для анализа больших геномных данных.
22. Современные методы расчёта геномной племенной ценности животных.
23. Анализ микробиома сельскохозяйственных животных и его связь с продуктивностью.
24. Методы идентификации и валидации генов-кандидатов для селекции.
25. Перспективы развития персонализированной селекции на основе геномных технологий.

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

4.1. Процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Контроль результатов обучения студентов, этапов и уровня формирования компетенций по дисциплине «Биоинформатика в селекции с.-х. животных» осуществляется через проведение, текущего, рубежных, выходного контролей и контроля самостоятельной работы.

Формы текущего, промежуточного и итогового контроля и контрольные задания для текущего контроля разрабатываются кафедрой исходя из специфики дисциплины, и утверждаются на заседании кафедры.

4.2. Критерии оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

Описание шкалы оценивания достижения компетенций по дисциплине приведено в таблице 6.

Таблица 6

Уровень освоения	Отметка по пятибалльной системе (промежуточная аттестация)*	Описание
------------------	---	----------

компетенции				
Высокий	отлично	зачтено	зачтено (отлично)	обучающийся демонстрирует всестороннее знание учебного материала, свободное владение методами исследований, включая идентификацию животных, применение математических, физических, химических и биологических методов, проведение экспериментов, использование физико-химических анализов, обработку данных, работу с биологическими базами данных, владение биоинформатическими инструментами, понимание информационных и применение информационных технологий, а также моделирование селекционных программ, проявляя творческий подход и используя как основную, так и дополнительную литературу
Базовый	хорошо	зачтено	зачтено (хорошо)	обучающийся показывает полное знание материала по всем индикаторам, успешно выполняет практические задания, но допускает незначительные ошибки
Пороговый	удовлетворительно	зачтено	зачтено (удовлетворительно)	обучающийся демонстрирует минимально необходимые знания по указанным индикаторам, справляется с базовыми заданиями при наличии ошибок, требующих коррекции
-	неудовлетворительно	не зачтено	не зачтено (неудовлетворительно)	обучающийся не владеет основными знаниями и навыками по перечисленным индикаторам, допускает критические ошибки в выполнении заданий, не способен к самостоятельной работе без дополнительного обучения

* - форма промежуточной аттестации в семестре определяется в соответствии с таблицей 2 рабочей программы дисциплины (модуля)

4.2.1. Критерии оценки устного ответа при промежуточной аттестации

При ответе на вопрос обучающийся демонстрирует:

знания: биологических и генетических характеристик локальных и исчезающих пород, фундаментальных принципов математического моделирования, физических и биофизических основ, химических методов анализа и биологических закономерностей, современных методов экспериментальных исследований, физико-химического анализа макромолекул, математической обработки данных, работы с геномными

базами данных, применения биоинформатических инструментов, принципов информационных технологий и их профессионального использования, а также методологии разработки селекционных программ

умения: проводить комплексную оценку генетического потенциала, проектировать селекционные схемы, выполнять лабораторные анализы, осуществлять эффективный информационный поиск

владения: технологиями мониторинга генетических ресурсов, методами оптимизации селекционного процесса, навыками работы с современным лабораторным оборудованием и специализированными информационными системами

Критерии оценки

отлично	Обучающийся демонстрирует комплексное понимание генетических особенностей редких пород, свободно оперирует современными методами генетического анализа и селекционного подбора, в совершенстве владеет междисциплинарными исследовательскими методиками (математическими, физическими, химическими и биологическими), уверенно работает с профессиональным оборудованием и специализированным ПО, эффективно обрабатывает и интерпретирует экспериментальные данные, разрабатывает инновационные селекционные программы, используя актуальные научные источники и проявляя исследовательскую инициативу
хорошо	Обучающийся показывает уверенное владение основным учебным материалом, успешно применяет стандартные методы генетического анализа и селекции, корректно использует лабораторное оборудование и информационные системы, но допускает незначительные ошибки в сложных расчетах и при решении нестандартных задач, требует консультации при работе с новыми методиками.
удовлетворительно	Обучающийся воспроизводит базовые теоретические положения, выполняет простейшие практические задания под постоянным контролем преподавателя, испытывает существенные трудности при самостоятельной работе с профессиональным оборудованием и специализированным ПО, допускает значительные ошибки в интерпретации данных и составлении селекционных программ.
неудовлетворительно	Обучающийся не усвоил фундаментальные понятия дисциплины, не способен выполнить элементарные практические задания, демонстрирует полное непонимание принципов работы с профессиональным оборудованием и специализированным ПО, не может интерпретировать даже базовые экспериментальные данные, нуждается в полном пересмотре учебного материала.

4.2.2. Критерии оценки лабораторных работ

При выполнении практических работ обучающийся демонстрирует:

При ответе на вопрос обучающийся демонстрирует:

знания: биологических и генетических особенностей локальных и исчезающих пород, основных принципов и методов селекции сельскохозяйственных животных, основ молекулярной генетики и биотехнологии в животноводстве, физико-химических методов исследования, математических основ обработки данных и современных источников научной информации

умения: проводить оценку генетического потенциала локальных и исчезающих пород, разрабатывать схемы селекции с учетом целей разведения, выполнять базовые лабораторные методы, работать с научными и патентными базами данных, используя расширенные поисковые возможности

владения: навыками работы с системами учета и мониторинга генетических ресурсов, технологиями оптимизации схем скрещивания и подбора пар, навыками работы с лабораторным оборудованием и навыками эффективного поиска в международных и национальных базах данных

Критерии оценки

отлично	Обучающийся демонстрирует комплексное понимание генетических особенностей редких пород, свободно оперирует современными методами генетического анализа и селекционного подбора, в совершенстве владеет междисциплинарными исследовательскими методиками (математическими, физическими, химическими и биологическими), уверенно работает с профессиональным оборудованием и специализированным ПО, эффективно обрабатывает и интерпретирует экспериментальные данные, разрабатывает инновационные селекционные программы, используя актуальные научные источники и проявляя исследовательскую инициативу
хорошо	Обучающийся показывает уверенное владение основным учебным материалом, успешно применяет стандартные методы генетического анализа и селекции, корректно использует лабораторное оборудование и информационные системы, но допускает незначительные ошибки в сложных расчетах и при решении нестандартных задач, требует консультации при работе с новыми методиками.
удовлетворительно	Обучающийся воспроизводит базовые теоретические положения, выполняет простейшие практические задания под постоянным контролем преподавателя, испытывает существенные трудности при самостоятельной работе с профессиональным оборудованием и специализированным ПО, допускает значительные ошибки в интерпретации данных

	- выполняет базовые расчеты генетического потенциала под руководством - владеет элементарными методами селекции, но испытывает трудности при их самостоятельном применении.
неудовлетворительно	обучающийся: - не различает ключевые генетические признаки пород, - не способен провести анализ наследственных качеств - допускает грубые ошибки при попытках составления селекционных программ, не владеет необходимыми профессиональными навыками

Критерии оценки промежуточной аттестации (зачет\экзамен)

отлично	обучающийся демонстрирует: - исчерпывающие знания генетических характеристик редких пород, - свободно оперирует современными методами анализа наследственного потенциала - владеет всеми технологиями селекционного подбора, умеет творчески адаптировать их к конкретным условиям. Ответ отличается логичностью, глубиной и научной обоснованностью
хорошо	обучающийся демонстрирует: - уверенное знание основных генетических особенностей пород, - способность провести комплексную оценку их потенциала с незначительными неточностями - применяет технологии подбора, но допускает отдельные ошибки в сложных случаях. Ответ в целом полный, но содержит небольшие пробелы в аргументации.
удовлетворительно	обучающийся демонстрирует: - основные положения программы с существенными пробелами, способен выполнять только элементарные расчеты генетического потенциала. - владеет базовыми принципами селекции, но испытывает значительные трудности при их практическом применении. Ответ фрагментарный, содержит фактические ошибки
неудовлетворительно	Обучающийся не различает ключевые генетические признаки, не может провести анализ наследственных качеств. Демонстрирует полное непонимание принципов селекционной работы. Ответы бессистемны, содержат грубые ошибки, свидетельствуют о недостаточной подготовке

Разработчики: профессор, Лушников В.П.

ассистент, Кирилина Т.О.

(подпись)

(подпись)