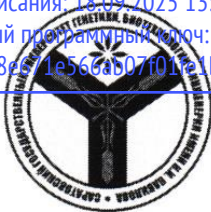


Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Соловьев Дмитрий Александрович
Должность: ректор ФГБОУ ВО Вавиловский университет
Дата подписания: 13.09.2025 15:38:55
Уникальный программный ключ:
528682d78631e566a807f01e1ba2172f5ba12



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

/Ларионова О.С./

« 17 » мая 2024 г.

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Дисциплина	МЕТОДЫ РЕДАКТИРОВАНИЯ ГЕНОМА
Специальность	06.05.01 Биоинженерия и биоинформатика
Направленность (профиль)	Генетика и селекция сельскохозяйственных животных
Квалификация выпускника	Биоинженер и биоинформатик
Нормативный срок обучения	5 лет
Форма обучения	Очная
Кафедра-разработчик	Микробиология и биотехнология
Ведущий преподаватель	Федорова В.А., профессор

Разработчики: профессор, Федорова В.А.
доцент, Фауст Е.А.
ст. преподаватель, Зайцев С.С.

(подпись)
(подпись)
(подпись)

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	22
3.1 Входной контроль	22
3.2 Устный опрос	22
3.3 Тестирование	23
3.4 Доклад	25
3.5 Лабораторная работа	26
3.6 Ситуационные задачи	29
3.7 Письменный опрос	30
3.8 Промежуточная аттестация	31
4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	32
4.1 Процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности	32
4.2 Критерии оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы	33
4.2.1 Критерии оценки устного опроса	33
4.2.2 Критерии оценки выполнения тестовых заданий	35
4.2.3 Критерии оценки выступления с докладом	35
4.2.4 Критерии оценки выполнения лабораторных работ	36
4.2.5 Критерии оценки решения ситуационной задачи	37
4.2.6 Критерии оценки письменного опроса	38

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

В результате изучения дисциплины «Методы редактирования генома» обучающиеся, в соответствии с ФГОС ВО по специальности 06.05.01 Биотехнология и биоинформатика, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования РФ от 12.08.2020 г. № 973, формируют следующие компетенции (таблица 1).

**Формирование компетенций в процессе изучения дисциплины
«Методы редактирования генома»**

Компетенция		Индикаторы достижения компетенций	Этапы формирования компетенции в процессе освоения ОПОП (семестр)	Виды занятий для формирования компетенции	Оценочные средства для оценки уровня сформированности компетенции
Код	Наименование				
ПК-1	Способен планировать, организовывать и проводить работы в области селекции сельскохозяйственных животных с использованием методов биоинженерии, биоинформатики и смежных дисциплин	ПК-1.1 Проводит работы по выведению и совершенствованию пород, типов и линий сельскохозяйственных животных и рыб с использованием методов биоинженерии, биоинформатики и смежных дисциплин	7	лекции, лабораторные занятия	Доклад, тестовые задания, лабораторная работа, ситуационная задача, устный опрос, письменный опрос
		ПК-1.2 Использует системы сохранения и рационального использования генофонда локальных и исчезающих пород сельскохозяйственных животных	7	лекции, лабораторные занятия	Доклад, тестовые задания, лабораторная работа, ситуационная задача, устный опрос, письменный опрос
ПК-2	Способен оценивать и применять результаты селекции сельскохозяйственных животных и рыб с использованием методов биоинженерии, биоинформатики и смежных дисциплин	ПК-2.1 Оценивает результативность разных этапов селекционно-племенной работы	7	лекции, лабораторные занятия	Доклад, тестовые задания, лабораторная работа, ситуационная задача, устный опрос, письменный опрос
		ПК-2.2 Моделирует различные варианты селекционных программ	7	лекции, лабораторные занятия	Доклад, тестовые задания, лабораторная работа, ситуационная задача, устный опрос, письменный опрос

Компетенция		Индикаторы достижения компетенций	Этапы формирования компетенции в процессе освоения ОПОП (семестр)	Виды занятий для формирования компетенции	Оценочные средства для оценки уровня сформированности компетенции
Код	Наименование				
ПК-3	Способен применять методы молекулярной генетики в селекции сельскохозяйственных животных	ПК-3.1 Выявляет молекулярно-генетические механизмы, определяющие биологические и хозяйственно-полезные качества сельскохозяйственных животных, с использованием методов биоинженерии, биоинформатики и смежных дисциплин	7	лекции, лабораторные занятия	Доклад, тестовые задания, ситуационная задача, устный опрос, письменный опрос
		ПК-3.2 Применяет молекулярно-генетические методы при оценке селекционно-племенной работы в животноводстве	7	лекции, лабораторные занятия	Доклад, тестовые задания, лабораторная работа, ситуационная задача, устный опрос, письменный опрос
ПК-4	Способен применять распорядительные, нормативно-правовые и методические документы в области своей профессиональной деятельности при организации и планировании работ по специальности	ПК-4.1 Демонстрирует знание распорядительных, нормативно-правовых и методических документов в области своей профессиональной деятельности	7	лекции, лабораторные занятия	Доклад, тестовые задания, лабораторная работа, ситуационная задача, устный опрос, письменный опрос
		ПК-4.2 Применяет распорядительные, нормативно-правовые и методические документы в области биоинженерии, генетики и биоинформатики в селекции сельскохозяйственных животных	7	лекции, лабораторные занятия	Доклад, тестовые задания, лабораторная работа, ситуационная задача, устный опрос, письменный опрос

Компетенция ПК-1 также формируется в ходе освоения дисциплин: Биоинформационный анализ молекулярно-генетических данных, Генетика и селекция рыб, Генетические аномалии с.-х. животных, Генетические основы селекции с.-х. животных, Генетические ресурсы с.-х. животных, Маркер-ориентированная селекция с.-х. животных, Методы редактирования генома, Молекулярно-генетическая экспертиза с.-х. животных, Организация работы лаборатории молекулярно-генетической экспертизы, Организация селекционно-племенной работы в рамках ЕЭС, Репродуктивные технологии в животноводстве, Селекционно-племенная работа в животноводстве, Сохранение генофонда исчезающих пород с.-х. животных, а также в ходе прохождения Научно-исследовательской работы, преддипломной практики и государственной итоговой аттестации.

Компетенция ПК-2 также формируется в ходе освоения дисциплин: Базы данных генетической и геномной информации для селекции с.-х. животных, Биоинформатика в селекции с.-х. животных, Биоинформационный анализ молекулярно-генетических данных, Биоэтика в генетике и селекции животных, Генетические основы селекции с.-х. животных, Генетические ресурсы с.-х. животных, Маркер-ориентированная селекция с.-х. животных, Методы редактирования генома, Молекулярная генетика и геномика, Молекулярно-генетическая экспертиза с.-х. животных, Молекулярно-генетические методы исследований в животноводстве, Репродуктивные технологии в животноводстве, Селекционно-племенная работа в животноводстве, Сохранение генофонда исчезающих пород с.-х. животных, а также в ходе прохождения Научно-исследовательской работы, преддипломной практики и государственной итоговой аттестации.

Компетенция ПК-3 также формируется в ходе освоения дисциплин: Базы данных генетической и геномной информации для селекции с.-х. животных, Биоинформатика в селекции с.-х. животных, Биоинформационный анализ молекулярно-генетических данных, Генетические аномалии с.-х. животных, Генетические основы селекции с.-х. животных, Маркер-ориентированная селекция с.-х. животных, Методы редактирования генома, Молекулярная генетика и геномика, Молекулярно-генетическая экспертиза с.-х. животных, Популяционная генетика, Сохранение генофонда исчезающих пород с.-х. животных, а также в ходе прохождения Научно-исследовательской работы, преддипломной практики и государственной итоговой аттестации.

Компетенция ПК-4 также формируется в ходе освоения дисциплин: Генетические аномалии с.-х. животных, Генетические ресурсы с.-х. животных, Методы редактирования генома, Молекулярно-генетическая экспертиза с.-х. животных, Организация работы лаборатории молекулярно-генетической экспертизы, Организация селекционно-племенной работы в рамках ЕЭС, Паратипические факторы в реализации генотипа животных, Репродуктивные технологии в животноводстве, Селекционно-племенная работа в животноводстве, Сохранение генофонда исчезающих пород с.-х. животных, а также в ходе прохождения Учебной практики (ознакомительной), Учебной практики (технологической), Научно-исследовательской работы, преддипломной практики и государственной итоговой аттестации.

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

Перечень оценочных материалов

№ п/п	Наименование оценочного материала	Краткая характеристика оценочного материала	Представление оценочного средства в ОМ
1	Тестовые задания	Метод, который позволяет выявить уровень знаний, умений и навыков, способностей и других качеств личности, а также их соответствие определенным нормам путем анализа способов выполнения обучающимися ряда специальных заданий	Банк тестовых заданий
2	Письменный опрос	Средство контроля, организованное в виде письменного опроса обучающегося на темы, связанные с изучаемой дисциплиной и рассчитанной на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.	Банк карточек по вариантам для письменного опроса
3	Устный опрос	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.	Перечень вопросов для устного опроса
4	Доклад	Продукт самостоятельной работы обучающегося, представляющий собой краткое изложение в устной форме полученных результатов теоретического анализа определенной научной (учебно-исследовательской) темы, где автор раскрывает суть исследуемой проблемы, приводит различные точки зрения, а также собственные взгляды на нее	Темы докладов
4	Лабораторная работа	Средство, направленное на изучение практического хода тех или иных процессов, исследование явления в рамках заданной темы с применением методов, освоенных теоретически, сопоставление полученных результатов с теоретическими концепциями, осуществление интерпретации полученных результатов, оценивание применимости полученных результатов на практике	Банк лабораторных работ
5	Ситуационная задача	Средство, позволяющее оценить у обучающихся умения конкретизировать, систематизировать и обобщать знания; информационную культуру; навыки самостоятельной работы; умения творчески решать поставленные задачи определенной области профессиональной деятельности; коммуникативную компетентность и толерантность;	Банк ситуационных задач

№ п/п	Наименование оценочного материала	Краткая характеристика оценочного материала	Представление оценочного средства в ОМ
		умения выслушать различные точки зрения; умения отстаивать собственную точку зрения; сформированность критического мышления и прогнозирования; способность участия в работе групп, решающих общественно значимые проблемы.	

Программа оценивания контролируемой дисциплины

№ п/п	Контролируемые разделы (темы дисциплины)	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
1	Основы молекулярной биологии и структуры ДНК	ПК-1 ПК-2 ПК-3 ПК-4	Лабораторная работа, ситуационная задача, устный опрос, письменный опрос
2	Классические методы модификации генома		Доклад, тестовые задания, лабораторная работа, ситуационная задача, устный опрос, письменный опрос
3	Первые инструменты точного редактирования генома		Доклад, тестовые задания, лабораторная работа, ситуационная задача, устный опрос, письменный опрос
4	Развитие технологии TALENs		Устный опрос, письменный опрос, ситуационная задача
5	Революционная технология CRISPR/CAS9		Доклад, тестовые задания, лабораторная работа, ситуационная задача, устный опрос, письменный опрос
6	Перспективы технологии CRISPR/CAS9		Доклад, тестовые задания, лабораторная работа, ситуационная задача, устный опрос, письменный опрос
7	Оценка рисков и безопасность методов редактирования генома		Доклад, тестовые задания, лабораторная работа, ситуационная задача, устный опрос, письменный опрос
8	Приложения методов редактирования генома в медицине и сельском хозяйстве.		Доклад, тестовые задания, ситуационная задача, устный опрос, письменный опрос
9	Этические вопросы и правовое регулирование применения методов редактирования геномов		Доклад, тестовые задания, ситуационная задача, устный опрос, письменный опрос

**Описание показателей и критериев оценивания компетенций
по дисциплине «Методы редактирования генома» 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)
ПК-1, 7 семестр	ПК-1.1 Проводит работы по выведению и совершенствованию пород, типов и линий сельскохозяйственных животных и рыб с использованием методов биоинженерии, биоинформатики и смежных дисциплин	обучающийся не знает методы модификации генома животных и клеток	обучающийся демонстрирует знания только основного материала (методы модификации генома животных и клеток), но не знает деталей, допускает неточности, допускает неточности в формулировках, нарушает логическую последовательность в изложении программного материала	обучающийся демонстрирует знание материала (методы модификации генома животных и клеток), не допускает существенных неточностей	обучающийся демонстрирует знание материала (методы модификации генома животных и клеток), практики применения материала, исчерпывающе и последовательно, четко и логично излагает материал, хорошо ориентируется в материале, не затрудняется с ответом при видоизменении заданий
		не умеет использовать методы и приемы (проводить генетическую модификацию ДНК животных и клеток.), допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет самостоятельную работу, боль-	в целом успешное, но не системное умение, а также использование современных методов и приемов (проводить генетическую модификацию ДНК животных и клеток.)	в целом успешное, но содержащее отдельные пробелы, умение, а также использование современных методов и приемов (проводить генетическую модификацию ДНК животных и клеток)	сформированное умение, а также использование современных методов и приемов (проводить генетическую модификацию ДНК животных и клеток.)

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)
		большинство заданий, предусмотренных программой дисциплины, не выполнено			
		обучающийся не владеет методиками модифицирования генома, допускает существенные ошибки, с большими затруднениями выполняет самостоятельную работу, большинство заданий, предусмотренных программой дисциплины, не выполнено	в целом успешное, но не системное владение методиками модифицирования генома	в целом успешное, но содержащее отдельные пробелы или сопровождающееся отдельными ошибками владение методиками модифицирования генома	успешное и системное владение методиками модифицирования генома
ПК-1, 7 семестр	ПК-1.2 Использует системы сохранения и рационального использования генофонда локальных и исчезающих пород сельскохозяйственных животных	обучающийся не знает основы молекулярной структуры ДНК и клеток	обучающийся демонстрирует знания только основного материала (основы молекулярной структуры ДНК и клеток), но не знает деталей, допускает неточности, допускает неточности в формулировках, нарушает логическую последовательность в изложе-	обучающийся демонстрирует знание материала (основы молекулярной структуры ДНК и клеток), не допускает существенных неточностей	обучающийся демонстрирует знание материала (основы молекулярной структуры ДНК и клеток), практики применения материала, исчерпывающе и последовательно, четко и логично излагает материал, хорошо ориентируется в материале, не затрудняется с ответом при видоизменении заданий

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)
			нии программного материала		
		не умеет использовать методы и приемы (анализировать структуру ДНК животных и клеток), допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет самостоятельную работу, большинство заданий, предусмотренных программой дисциплины, не выполнено	в целом успешное, но не системное умение, а также использование современных методов и приемов (анализировать структуру ДНК животных и клеток)	в целом успешное, но содержащее отдельные пробелы, умение, а также использование современных методов и приемов (анализировать структуру ДНК животных и клеток)	сформированное умение, а также использование современных методов и приемов (анализировать структуру ДНК животных и клеток)
		обучающийся не владеет навыками анализа структуры ДНК животных и клеток допускает существенные ошибки, с большими затруднениями выполняет самостоятельную работу, большинство заданий, предусмотренных программой дисциплины, не выполнено	в целом успешное, но не системное владение навыками анализа структуры ДНК животных и клеток	в целом успешное, но содержащее отдельные пробелы или сопровождающееся отдельными ошибками владение навыками анализа структуры ДНК животных и клеток	успешное и системное владение навыками анализа структуры ДНК животных и клеток
ПК-2, 7 семестр	ПК-2.1 Оценивает результа-	обучающийся не знает методы модификации	обучающийся демонстрирует знания	обучающийся демонстрирует знание мате-	обучающийся демонстрирует знание матери-

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)
	тивность разных этапов селекционно-племенной работы	генома, такие как ZFNs, TALENS и CRISPR/Cas9	только основного материала (методы модификации генома, такие как ZFNs, TALENS и CRISPR/Cas9), но не знает деталей, допускает неточности, допускает неточности в формулировках, нарушает логическую последовательность в изложении программного материала	риала (методы модификации генома, такие как ZFNs, TALENS и CRISPR/Cas9), не допускает существенных неточностей	ала (методы модификации генома, такие как ZFNs, TALENS и CRISPR/Cas9), практики применения материала, исчерпывающе и последовательно, четко и логично излагает материал, хорошо ориентируется в материале, не затрудняется с ответом при видоизменении заданий
		не умеет использовать методы и приемы (оценивать результаты методы модификации генома, такие как ZFNs, TALENS и CRISPR/Cas9), допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет самостоятельную работу, большинство заданий, предусмотренных программой дисциплины, не выпол-	в целом успешное, но не системное умение, а также использование современных методов и приемов (оценивать результаты методы модификации генома, такие как ZFNs, TALENS и CRISPR/Cas9)	в целом успешное, но содержащее отдельные пробелы, умение, а также использование современных методов и приемов (оценивать результаты методы модификации генома, такие как ZFNs, TALENS и CRISPR/Cas9)	сформированное умение, а также использование современных методов и приемов (оценивать результаты методы модификации генома, такие как ZFNs, TALENS и CRISPR/Cas9)

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)
		нено			
		обучающийся не владеет навыками анализа модифицированного генома методами ZFNs, TALENs и CRISPR/Cas9, допускает существенные ошибки, с большими затруднениями выполняет самостоятельную работу, большинство заданий, предусмотренных программой дисциплины, не выполнено	в целом успешное, но не системное владение навыками анализа модифицированного генома методами ZFNs, TALENs и CRISPR/Cas9	в целом успешное, но содержащее отдельные пробелы или сопровождающееся отдельными ошибками владение навыками анализа модифицированного генома методами ZFNs, TALENs и CRISPR/Cas9	успешное и системное владение навыками анализа модифицированного генома методами ZFNs, TALENs и CRISPR/Cas9
ПК-2, 7 семестр	ПК-2.2 Моделирует различные варианты селекционных программ	обучающийся не знает модельные ограничения геномного редактирования в животноводстве	обучающийся демонстрирует знания только основного материала (модельные ограничения геномного редактирования в животноводстве), но не знает деталей, допускает неточности, допускает неточности в формулировках, нарушает логическую последовательность в изложении программ-	обучающийся демонстрирует знание материала (модельные ограничения геномного редактирования в животноводстве), не допускает существенных неточностей	обучающийся демонстрирует знание материала (модельные ограничения геномного редактирования в животноводстве), практики применения материала, исчерпывающе и последовательно, четко и логично излагает материал, хорошо ориентируется в материале, не затрудняется с ответом при видоизменении заданий

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)
			ного материала		
		не умеет использовать методы и приемы (прогнозировать и выбирать оптимальные методы геномного редактирования), допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет самостоятельную работу, большинство заданий, предусмотренных программой дисциплины, не выполнено	в целом успешное, но не системное умение, а также использование современных методов и приемов (прогнозировать и выбирать оптимальные методы геномного редактирования)	в целом успешное, но содержащее отдельные пробелы, умение, а также использование современных методов и приемов (прогнозировать и выбирать оптимальные методы геномного редактирования)	сформированное умение, а также использование современных методов и приемов (прогнозировать и выбирать оптимальные методы геномного редактирования)
		обучающийся не владеет методами прогнозирования изменения генома для придания необходимых признаков, допускает существенные ошибки, с большими затруднениями выполняет самостоятельную работу, большинство заданий, предусмотренных программой дисциплины, не выполнено	в целом успешное, но не системное владение навыками методами прогнозирования изменения генома для придания необходимых признаков	в целом успешное, но содержащее отдельные пробелы или сопровождающееся отдельными ошибками владение методами прогнозирования изменения генома для придания необходимых признаков	успешное и системное владение навыками методами прогнозирования изменения генома для придания необходимых признаков
ПК-3,	ПК-3.1	обучающийся не знает	обучающийся де-	обучающийся демон-	обучающийся демон-

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)
7 семестр	Выявляет молекулярно-генетические механизмы, определяющие биологические и хозяйственно-полезные качества сельскохозяйственных животных, с использованием методов биоинженерии, биоинформатики и смежных дисциплин	основные особенности редактирования генома	монстрирует знания только основного материала (основные особенности редактирования генома), но не знает деталей, допускает неточности, допускает неточности в формулировках, нарушает логическую последовательность в изложении программного материала	стрирует знание материала (основные особенности редактирования генома), не допускает существенных неточностей	стрирует знание материала (основные особенности редактирования генома), практики применения материала, исчерпывающе и последовательно, четко и логично излагает материал, хорошо ориентируется в материале, не затрудняется с ответом при видоизменении заданий
		не умеет использовать методы и приемы (базы данных и литературные данные для прогнозирования изменения и анализа генома), допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет самостоятельную работу, большинство заданий, предусмотренных программой дисциплины, не выполнено	в целом успешное, но не системное умение, а также использование современных методов и приемов (базы данных и литературные данные для прогнозирования изменения и анализа генома)	в целом успешное, но содержащее отдельные пробелы, умение, а также использование современных методов и приемов (базы данных и литературные данные для прогнозирования изменения и анализа генома)	сформированное умение, а также использование современных методов и приемов (базы данных и литературные данные для прогнозирования изменения и анализа генома)
		обучающийся не владеет	в целом успешное,	в целом успешное, но	успешное и системное

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)
		навыками обобщения и анализа геномного редактирования, допускает существенные ошибки, с большими затруднениями выполняет самостоятельную работу, большинство заданий, предусмотренных программой дисциплины, не выполнено	но не системное владение навыками обобщения и анализа геномного редактирования	содержащее отдельные пробелы или сопровождающееся отдельными ошибками владение навыками обобщения и анализа геномного редактирования	владение навыками обобщения и анализа геномного редактирования
ПК-3, 7 семестр	ПК-3.2 Применяет молекулярно-генетические методы при оценке селекционно-племенной работы в животноводстве	обучающийся не знает основные базы данных геномных характеристик и передовые достижения в данной области	обучающийся демонстрирует знания только основного материала (основные базы данных геномных характеристик и передовые достижения в данной области), но не знает деталей, допускает неточности, допускает неточности в формулировках, нарушает логическую последовательность в изложении программного материала	обучающийся демонстрирует знание материала (основные базы данных геномных характеристик и передовые достижения в данной области), не допускает существенных неточностей	обучающийся демонстрирует знание материала (основные базы данных геномных характеристик и передовые достижения в данной области), практики применения материала, исчерпывающе и последовательно, четко и логично излагает материал, хорошо ориентируется в материале, не затрудняется с ответом при видоизменении заданий
		не умеет использовать	в целом успешное,	в целом успешное, но	сформированное умение,

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)
		методы и приемы (анализировать получаемые результаты в экспериментах в сравнении с литературными данными, базами данных и математическим моделированием.), допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет самостоятельную работу, большинство заданий, предусмотренных программой дисциплины, не выполнено	но не системное умение, а также использование современных методов и приемов (анализировать получаемые результаты в экспериментах в сравнении с литературными данными, базами данных и математическим моделированием)	содержащее отдельные пробелы, умение, а также использование современных методов и приемов (анализировать получаемые результаты в экспериментах в сравнении с литературными данными, базами данных и математическим моделированием)	а также использование современных методов и приемов (анализировать получаемые результаты в экспериментах в сравнении с литературными данными, базами данных и математическим моделированием)
		обучающийся не владеет навыками обобщения полученных данных в сравнении с накопленным в мире базисом знаний, допускает существенные ошибки, с большими затруднениями выполняет самостоятельную работу, большинство заданий, предусмотренных программой дисциплины, не выпол-	в целом успешное, но не системное владение навыками обобщения полученных данных в сравнении с накопленным в мире базисом знаний	в целом успешное, но содержащее отдельные пробелы или сопровождающееся отдельными ошибками владение навыками обобщения полученных данных в сравнении с накопленным в мире базисом знаний	успешное и системное владение навыками обобщения полученных данных в сравнении с накопленным в мире базисом знаний

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)
		нено			
ПК-4, 7 семестр	ПК-4.1 Демонстрирует знание распорядительных, нормативно-правовых и методических документов в области своей профессиональной деятельности	обучающийся не знает основные документы определяющие разрешенные геномные модификации на территории РФ, таможенного союза и международных норм	обучающийся демонстрирует знания только основного материала (основные документы определяющие разрешенные геномные модификации на территории РФ, таможенного союза и международных норм), но не знает деталей, допускает неточности, допускает неточности в формулировках, нарушает логическую последовательность в изложении программного материала	обучающийся демонстрирует знание материала (основные документы определяющие разрешенные геномные модификации на территории РФ, таможенного союза и международных норм), не допускает существенных неточностей	обучающийся демонстрирует знание материала (основные документы определяющие разрешенные геномные модификации на территории РФ, таможенного союза и международных норм), практики применения материала, исчерпывающе и последовательно, четко и логично излагает материал, хорошо ориентируется в материале, не затрудняется с ответом при видоизменении заданий
		не умеет использовать методы и приемы (соблюдать требования документов определяющие разрешенные геномные модификации на территории РФ, таможенного союза и международных	в целом успешное, но не системное умение, а также использование современных методов и приемов (соблюдать требования документов определяющие	в целом успешное, но содержащее отдельные пробелы, умение, а также использование современных методов и приемов (соблюдать требования документов опреде-	сформированное умение, а также использование современных методов и приемов (соблюдать требования документов определяющие разрешенные геномные модификации на территории

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)
		норм), допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет самостоятельную работу, большинство заданий, предусмотренных программой дисциплины, не выполнено	разрешенные геномные модификации на территории РФ, таможенного союза и международных норм)	ляющие разрешенные геномные модификации на территории РФ, таможенного союза и международных норм)	РФ, таможенного союза и международных норм)
		обучающийся не владеет навыками выполнения требований документов определяющие разрешенные геномные модификации на территории РФ, таможенного союза и международных норм, допускает существенные ошибки, с большими затруднениями выполняет самостоятельную работу, большинство заданий, предусмотренных программой дисциплины, не выполнено	в целом успешное, но не системное владение навыками выполнения требований документов определяющие разрешенные геномные модификации на территории РФ, таможенного союза и международных норм	в целом успешное, но содержащее отдельные пробелы или сопровождающееся отдельными ошибками владение навыками выполнения требований документов определяющие разрешенные геномные модификации на территории РФ, таможенного союза и международных норм	успешное и системное владение навыками выполнения требований документов определяющие разрешенные геномные модификации на территории РФ, таможенного союза и международных норм
ПК-4, 7 семестр	ПК-4.2 Применяет распорядительные, нормативно-правовые и методиче-	обучающийся не знает методы оформления научных отчетов, лабораторных работ, НИР и	обучающийся демонстрирует знания только основного материала (методы	обучающийся демонстрирует знание материала (методы оформления научных отчете-	обучающийся демонстрирует знание материала (методы оформления научных отчетов, лабо-

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)
	ские документы в области биоинженерии, генетики и биоинформатики в селекции сельскохозяйственных животных	НИОКР в соответствии с документами определяющими разрешенные геномные модификации на территории РФ, таможенного союза и международных норм	оформления научных отчетов, лабораторных работ, НИР и НИОКР в соответствии с документами определяющими разрешенные геномные модификации на территории РФ, таможенного союза и международных норм), но не знает деталей, допускает неточности, допускает неточности в формулировках, нарушает логическую последовательность в изложении программного материала	тов, лабораторных работ, НИР и НИОКР в соответствии с документами определяющими разрешенные геномные модификации на территории РФ, таможенного союза и международных норм), не допускает существенных неточностей	рабочих работ, НИР и НИОКР в соответствии с документами определяющими разрешенные геномные модификации на территории РФ, таможенного союза и международных норм), практики применения материала, исчерпывающе и последовательно, четко и логично излагает материал, хорошо ориентируется в материале, не затрудняется с ответом при видоизменении заданий
		не умеет использовать методы и приемы (выполнять отчеты НИР и НИОКР в соответствии с документами определяющими разрешенные геномные модификации на территории РФ, тамо-	в целом успешное, но не системное умение, а также использование современных методов и приемов (выполнять отчеты НИР и НИОКР в соответ-	в целом успешное, но содержащее отдельные пробелы, умение, а также использование современных методов и приемов (выполнять отчеты НИР и НИОКР в соответ-	сформированное умение, а также использование современных методов и приемов (выполнять отчеты НИР и НИОКР в соответствии с документами определяющими разрешенные геномные

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)
		женного союза и международных норм), допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет самостоятельную работу, большинство заданий, предусмотренных программой дисциплины, не выполнено	ствии с документами определяющими разрешенные геномные модификации на территории РФ, таможенного союза и международных норм)	ствии с документами определяющими разрешенные геномные модификации на территории РФ, таможенного союза и международных норм)	модификации на территории РФ, таможенного союза и международных норм)
		обучающийся не владеет навыками оформления документации в соответствии с принятыми на территории РФ, таможенного союза и международных норм, допускает существенные ошибки, с большими затруднениями выполняет самостоятельную работу, большинство заданий, предусмотренных программой дисциплины, не выполнено	в целом успешное, но не системное владение навыками оформления документации в соответствии с принятыми на территории РФ, таможенного союза и международных норм	в целом успешное, но содержащее отдельные пробелы или сопровождающееся отдельными ошибками владение навыками оформления документации в соответствии с принятыми на территории РФ, таможенного союза и международных норм	успешное и системное владение навыками оформления документации в соответствии с принятыми на территории РФ, таможенного союза и международных норм

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

3.1 Входной контроль

Входной контроль позволяет выявить реальную базовую подготовку обучающихся для освоения дисциплины и разработки корректирующих мероприятий для их дальнейшей адаптации к учебному процессу по дисциплине.

Примерный перечень вопросов

1. Что такое микробиология и какие организмы она изучает?
2. Какова роль микробов в экосистеме?
3. Что такое патогенные микроорганизмы и как они вызывают заболевания?
4. Каковы основные методы культивирования микроорганизмов в лаборатории?
5. Что такое антибиотики и как они действуют на бактерии?
6. Что такое ДНК и какова ее основная функция в клетке?
7. Какова структура ДНК?
8. Что такое репликация ДНК и почему она важна?
9. Каково значение мутаций в ДНК?

3.2 Устный опрос

Устный опрос позволяет выяснить объем знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п. дисциплины.

Перечень вопросов для устного опроса

1. Что такое редактирование генома?
2. Какие технологии используются для редактирования генома?
3. Как работает система CRISPR-Cas9?
4. Каковы основные преимущества редактирования генома?
5. Каковы риски и этические проблемы, связанные с редактированием генома?
6. Как редактирование генома может быть использовано в медицине?
7. Как редактирование генома может помочь в сельском хозяйстве?
8. Что такое «гены-редакторы» и как они работают?
9. Как редактирование генома может повлиять на эволюцию видов?
10. Как редактирование генома используется в исследованиях рака?
11. Что такое «гомологичная рекомбинация» и как она связана с редактированием генома?
12. Каковы отличия между CRISPR-Cas9 и TALEN?

13. Что такое «первичный редактирование» (prime editing)?
14. Как редактирование генома может использоваться для борьбы с инфекционными заболеваниями?
15. Что такое «эпигенетическое редактирование»?
16. Какие международные соглашения регулируют исследования в области редактирования генома?
17. Как общественность воспринимает редактирование человеческого генома?
18. Что такое «гемопозитивная редукция» и как она связана с редактированием генома?
19. Каковы перспективы использования редактирования генома в будущем?
20. Что такое «дизайнерские дети» и как они связаны с редактированием генома?

3.3 Тестирование

По дисциплине предусмотрено проведение письменного тестирования.

Письменное тестирование рассматривается как вид контроля степени и глубины освоения определенной темы дисциплины.

Тестирование предусмотрено по всем темам дисциплины.

Объем бланка тестовых заданий по теме дисциплины составляет 6-10 тестовых заданий.

Далее приводится образец бланка тестирования:

Тестовый контроль по теме «Классические методы модификации генома»

Тест на тему редактирования генома

1. Что такое редактирование генома?
 - A) Процесс клонирования организмов
 - B) Внесение целенаправленных изменений в ДНК
 - C) Изменение белкового состава клетки
 - D) Процесс мутации
2. Какой из следующих методов используется для редактирования генома?
 - A) CRISPR-Cas9
 - B) ПЦР
 - C) Секвенирование ДНК
 - D) Электрофорез
3. Что делает фермент Cas9 в системе CRISPR?
 - A) Синтезирует РНК
 - B) Разрезает ДНК
 - C) Удаляет белки
 - D) Увеличивает количество хромосом

4. Каковы основные преимущества редактирования генома?
- A) Увеличение мутаций
 - B) Возможность точного изменения генов
 - C) Создание новых видов без контроля
 - D) Упрощение процесса клонирования
5. Как редактирование генома может помочь в медицине?
- A) Увеличить продолжительность жизни без лечения
 - B) Исправить генетические мутации
 - C) Создать более агрессивные вирусы
 - D) Убрать необходимость в вакцинации
6. Что такое «гены-редакторы»?
- A) Генетические маркеры для диагностики
 - B) Молекулы, которые могут вносить изменения в ДНК
 - C) Вирусы, которые изменяют гены
 - D) Белки, отвечающие за синтез РНК
7. Каковы риски редактирования генома?
- A) Полное отсутствие побочных эффектов
 - B) Непреднамеренные мутации в геноме
 - C) Упрощение диагностики заболеваний
 - D) Улучшение качества пищи
8. Что такое «дизайнерские дети»?
- A) Дети, созданные с использованием искусственного оплодотворения
 - B) Дети с заранее определенными генетическими характеристиками
 - C) Дети, обладающие уникальными способностями к обучению
 - D) Дети, рожденные с помощью клонирования
9. Как редактирование генома может быть использовано в сельском хозяйстве?
- A) Для создания менее устойчивых сортов
 - B) Для улучшения характеристик растений и животных
 - C) Для увеличения времени роста культур
 - D) Для уменьшения урожайности
10. Что такое «эпигенетическое редактирование»?
- A) Изменение последовательности ДНК
 - B) Изменение эпигенетических меток на ДНК или гистонах
 - C) Процесс клонирования клеток
 - D) Увеличение количества хромосом в клетке

3.4 Доклад

Доклад позволяет оценить готовность обучающихся и их творческий подход к самостоятельной проработке, систематизации и обобщению нового материала по актуальным проблемам дисциплины.

Доклад представляется в устной форме и занимает 3-4 минуты, сопровождается презентацией (8-10 слайдов). В докладе должны быть кратко и лаконично раскрыта сущность вопроса.

Рекомендуемая тематика докладов:

№ п/п	Темы докладов
1	Основы технологии CRISPR-Cas9: принципы и применение
2	Этические аспекты редактирования генома у человека
3	Редактирование генома в сельском хозяйстве: преимущества и риски
4	Использование редактирования генома для лечения наследственных заболеваний
5	Методы редактирования генома: CRISPR, TALEN и ZFN – сравнение технологий.
6	Генетические модификации в медицине: редактирование генома для создания новых терапий
7	Потенциал редактирования генома в борьбе с инфекционными заболеваниями
8	Редактирование генома и его влияние на биоразнообразие
9	Применение редактирования генома в ветеринарии: возможности и вызовы
10	Дизайнерские дети: научная основа и этические дилеммы
11	Эпигенетическое редактирование: новые горизонты в генетике
12	Риски непреднамеренных мутаций при редактировании генома
13	История редактирования генома: от первых экспериментов до современных технологий
14	Регулирование и правовые аспекты редактирования генома в разных странах
15	Клинические испытания редактирования генома: успехи и неудачи
16	Будущее редактирования генома: тренды и прогнозы на ближайшие десятилетия
17	Роль редактирования генома в устойчивом развитии и экологии
18	Психологические и социальные последствия редактирования генома
19	Редактирование генома в микробиологии: применение для биотехнологий
20	Кейс-стадии успешных проектов по редактированию генома в разных областях науки

3.5 Лабораторная работа

Лабораторная работа позволяет выяснить степень освоения практического хода тех или иных процессов в рамках заданной темы с применением методов, изученных теоретически; оценить способность обучающегося сопоставлять полученные результаты с теоретическими концепциями, интерпретировать полученные результаты, оценивать применимость полученных результатов на практике.

Перечень лабораторных работ

1. Выделение ДНК из тканей животных.
2. Изучение ПЦР методом электрофореза в агарозном геле. Элюция фрагмента ДНК из геля.
3. Секвенирование нуклеотидных последовательностей ДНК сельскохозяйственных животных по методу Сенгера.
4. Сиквенс нуклеотидных последовательностей ДНК с использованием технологии NGS.
5. Изучение принципов и технологий системы TALENs (Transcription Activator-Like Effector Nucleases).
6. Подготовка РНК-гида (CRISPR) в методике редактирования генома системой CRISPR/Cas9.
7. Редактирование генома методом CRISPR/Cas9.
8. Редактирование генома сельскохозяйственных животных с использованием Zinc Finger нуклеаз (ZnF).
9. Применение мегануклеаз для редактирования генома сельскохозяйственных животных.

Лабораторные работы выполняются в соответствии с методическими указаниями по выполнению лабораторных работ по дисциплине «Методы редактирования генома».

Ниже приводится пример лабораторной работы.

Лабораторная работа по теме:
Изучение ПЦР методом электрофореза в агарозном геле.
Элюция фрагмента ДНК из геля.

Часть I

Цель работы: Провести электрофорез продуктов ПЦР в агарозном теле.

Материалы и оборудование: центрифуга «vortex», камера для электрофореза, заливочный столик, источник тока, ультрафиолетовый трансиллюминатор, весы, термостат, электрическая плитка или микроволновая печь, холодильник, таймер, автоматические пипетки (0,1-10 мкл, 1-10 мкл, 10-100 мкл, 100-1000 мкл, 1-5 мл), стерильные и нестерильные накопечники универсальные (0,1-10 мкл, 1-10 мкл, 10-100 мкл, 100-1000 мкл, 1-5 мл), мерные цилиндры (на 10, 50 мл), колбы (на 250 мл), перчатки стоматологические текстурированные нестерильные, перчатки нитриловые, штатив для пробирок объемом 1-2 мл, штатив «рабочее место» для микропробирок на 0,5 мл 10×10 мест, лента лабораторная «Parafilm M», 6×DNA Loading Dye (краситель – 6×MassRuler™ раствор с красителями для нанесения образцов на гель), этидиум бромид, Gene ruler 100 bp Plus DNA Ladder 0,5 мкг/мкл, дистиллированная вода, агароза для электрофореза, 50× TAE (или TBE) буфер, лабораторный журнал, ручка, маркеры, пищевая пленка.

Ход работы:

Электрофорез является наиболее простым методом разделения макромолекул по массе, пространственной конфигурации, заряду (под действием внешнего электрического поля). При фракционировании линейных фрагментов ДНК разделение определяется только их раз-

мером. Причинами этого являются стабильно отрицательный заряд ДНК и постоянное отношение заряда к массе.

Основными параметрами, влияющими на разделение молекул при электрофорезе, являются:

- размер пор, который зависит от вещества, образующего гель, и его концентрации;
- напряженность электрического поля.

Гели для разделения ДНК готовят из акриламида или агарозы. Для разделения фрагментов, значительно различающихся по размерам, лучше использовать гели на основе агарозы. Обычно для разделения продуктов ПЦР реакции используется 1-2%-ный агарозный гель в зависимости от длины амплифицированного фрагмента (чем больше длина, тем ниже концентрация геля). Для окрашивания ДНК после электрофореза используют бромистый этидий – краситель, несущий положительный заряд и внедряющийся между плоскостями соседних пар оснований. Чувствительность метода достаточно высока: в агарозных гелях удается наблюдать полосы, содержащие 10 нг двуцепочечной ДНК.

Электрофорез проводят в одном из двух буферов: ТАЕ или ТВЕ.

Для приготовления 1 л 50× ТАЕ (Трис-Ацетат-ЭДТА) потребуется:

- 242 г трис-основной (категорически не трис-НСl!!!);
- 57,1 мл ледяной уксусной кислоты;
- 100 мл 0,5 М ЭДТА;
- дистиллированная вода – до 1 л, рН довести до 8,5.

Для приготовления 1 л 10× ТВЕ (Трис-борат-ЭДТА) необходимо:

- 108 г трис-основной (категорически не трис-НСl!!!);
- 55 г борной кислоты;
- 9,3 г Na₄EDTA (заранее приготовленный раствор ЭДТА, титрованный и проавтоклавированный);
- дистиллированная вода – до 1 л. рН буфера равен 8,5 и доведения не требует.

Порядок проведения электрофореза:

1. электрофорезную кювету залить теплым 1% агарозным гелем толщиной 0,4 см. Вертикально вставить гребенку. Дать агарозе застыть, затем осторожно удалить гребенку. Кювету с гелем поместить в электрофорезную камеру, заполненную 1х ТАЕ вровень с поверхностью агарозного геля;
2. если ПЦР-смесь не содержит красители, продукты ПЦР необходимо подготовить к электрофорезу, для этого смешать их с буфером для нанесения в соотношении 5:1;
3. осторожно внести в лунки агарозного геля исследуемую ДНК; 4. для сопоставления размера и количества образца внести в гель весовой маркер ДНК;
5. посмотреть гель в ультрафиолетовом (УФ) свете на трансиллюминаторе;
6. сфотографировать или зарисовать результаты.

Часть II

Цель работы: провести элюцию фрагмента ДНК из геля.

Материалы и оборудование: гель-электрофорез.

Ход работы:

Процесс необходим для очистки амплифицированных фрагментов от других молекул ДНК и компонентов буфера. Полученные ПЦР-продукты подвергали электрофорезу в агарозном геле. После разделения фрагментов ДНК в геле вырезали сегменты, содержащие нужный фрагмент, и переносили их в пробирку объемом 1 мл. Элюцию проводили с использованием DNA Extraction Kit (Fermentas) согласно рекомендациям фирмы-производителя.

Для проведения элюции поставить препаративный гель-электрофорез как описано выше, но толщину геля сделать 1 см, а гребенку взять с большими зубцами. Для гребенки С101 (10

зубцов) в камере SE-1 (Хеликон) объём вносимого образца составляет до 20 мкл на лунку.

Продукты ПЦР соответствующего ожидаемого размера элюировать из агарозного геля:

1. разместив гель на чистом стекле на трансиллюминаторе, вырезать перед элюируемой полосой ДНК, тонкую лунку (в полтора раза шире, чем элюируемая полоса), убрать лишние куски агарозы;
2. чтобы убрать лишние фрагменты с большим молекулярным весом вырезать лунку в геле после элюируемой полосы;
3. переместить гель в форезную камеру, расположить камеру на трансиллюминаторе;
4. наложить фитили из фильтровальной бумаги;
5. электрофорезную камеру и лунку, вырезанную после элюируемой полосы, заполнить 1х ТАЕ;
6. тонкую лунку, вырезанную перед элюируемой полосой, заполнить 5х ТАЕ;
7. вогнать ДНК в лунку при 35-45 В/см (2-5 мин), контролировать вхождение полосы в лунку периодически включая УФ;
8. когда ДНК войдёт из геля в лунку с 5х ТАЕ, собрать раствор ДНК из лунки;
9. концентрировать методом переосаждения ДНК этанолом.

Метод переосаждения ДНК этанолом:

1. добавить 1/10V 3М AcONa к раствору ДНК;
2. добавить 2,5 V этанола, смешать; 3. -20°C 10 минут.
3. осадить на центрифуге в течение 5 мин при максимальных оборотах (об.);
4. супернатант слить, не потеряв осадок ДНК;
5. осажённую ДНК промыть 70% этанолом;
6. осадок высушить и растворить в 25-50 мкл воды или ТЕ;
7. хранить при -20°C.

3.6 Ситуационные задачи

Решение обучающимися ситуационных задач позволяет оценить их умения конкретизировать, систематизировать и обобщать знания; их информационную культуру; навыки самостоятельной работы; умение творчески решать поставленные задачи в определенной области профессиональной деятельности; их коммуникативную компетентность и толерантность; умение выслушать различные точки зрения; умение отстаивать собственную точку зрения.

Решение ситуационных задач предусмотрено по всем темам дисциплины.

В рамках решения ситуационной задачи обучающийся дает развернутый устный или письменный (при необходимости) ответ.

Перечень ситуационных задач

1. Ситуация с наследственным заболеванием:

У пациента с наследственным заболеванием, передающимся по доминантному типу, есть возможность использовать CRISPR для редактирования гена, ответственного за это заболевание. Каковы потенциальные риски и выгоды такого вмешательства? Какие альтернативы можно рассмотреть?

2. Создание генетически модифицированного организма:

Фермер хочет использовать редактирование генома для создания сорта растений, устойчивого к болезням и засухе. Каковы возможные экологические последствия такого решения? Как можно минимизировать риски?

3. Этические дилеммы при редактировании эмбрионов:

Предложили возможность редактировать геном потомства для предотвращения наследственных заболеваний. Каковы этические последствия такого выбора? Как можно обеспечить информированное согласие?

4. Стимулирование биомедицинских исследований:

Исследовательская группа планирует использовать редактирование генома для создания модели заболевания в лабораторных животных. Какие факторы следует учитывать при выборе метода редактирования? Какова важность прозрачности в исследованиях?

5. Генетическая модификация в ветеринарии:

Ветеринарная клиника рассматривает возможность редактирования генома домашних животных для улучшения их здоровья и повышения устойчивости к болезням. Какие этические и социальные вопросы могут возникнуть в этом контексте?

6. Риски непреднамеренных мутаций:

Учёные используют CRISPR для лечения рака, но беспокоятся о возможности непреднамеренных мутаций. Каковы меры предосторожности, которые можно предпринять для снижения этих рисков? Какова роль мониторинга после лечения?

7. Использование редактирования генома в микробиологии:

Исследователь хочет использовать редактирование генома для создания бактерий, способных разлагать пластик. Каковы потенциальные экологические и этические риски такого вмешательства? Как можно контролировать распространение таких организмов?

8. Общественное мнение о редактировании генома:

В обществе возникли разногласия по поводу использования технологий редактирования генома в медицине и сельском хозяйстве. Как можно организовать общественные обсуждения для информирования и вовлечения граждан в принятие решений?

9. Генетическая модификация для улучшения качества жизни:

Исследователи разрабатывают метод редактирования генома для улучшения когнитивных функций у людей с определёнными генетическими предрасположенностями. Какие моральные и этические вопросы могут возникнуть в связи с этой технологией?

10. Международное сотрудничество в области редактирования генома:

Разные страны имеют различные подходы к регулированию технологий редактирования генома. Как можно наладить международное сотрудничество для обеспечения безопасного и этичного использования этих технологий? Какие примеры успешного сотрудничества существуют?

3.7 Письменный опрос

Письменный опрос позволяет выяснить объем знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п. дисциплины.

В виде письменного опроса предусмотрено проведение рубежных контролей.

Банк карточек для каждого рубежного контроля включает 15 вариантов по 3 вопроса.

Далее приводится образец карточки для проведения рубежного контроля:

Рубежный контроль № 1 по дисциплине «Методы редактирования генома» Вариант № 1 1. Основные методы редоктирования генома. 2. Что означает CRISPR-Cas9? 3. Гены-редакторы.
--

Вопросы рубежного контроля № 1

Вопросы, рассматриваемые на аудиторных занятиях

1. Что такое редактирование генома?
2. Какие технологии используются для редактирования генома?
3. Как работает система CRISPR-Cas9?
4. Каковы основные преимущества редактирования генома?
5. Каковы риски и этические проблемы, связанные с редактированием генома?
6. Как редактирование генома может быть использовано в медицине?
7. Как редактирование генома может помочь в сельском хозяйстве?
8. Что такое «гены-редакторы» и как они работают?

Вопросы для самостоятельного изучения

1. Как редактирование генома может быть использовано в медицине?
2. Как редактирование генома может помочь в сельском хозяйстве?
3. Что такое «гены-редакторы» и как они работают?

Вопросы рубежного контроля № 2

Вопросы, рассматриваемые на аудиторных занятиях

1. Как редактирование генома может повлиять на эволюцию видов?
2. Как редактирование генома используется в исследованиях рака?
3. Что такое «гомологичная рекомбинация» и как она связана с редактированием генома?
4. Каковы отличия между CRISPR-Cas9 и TALEN?
5. Что такое «первичный редактирование» (prime editing)?
6. Как редактирование генома может использоваться для борьбы с инфекционными заболеваниями?
7. Что такое «эпигенетическое редактирование»?

8. Какие международные соглашения регулируют исследования в области редактирования генома?
9. Как общественность воспринимает редактирование человеческого генома?
10. Что такое «гемопозитическая редукция» и как она связана с редактированием генома?
11. Каковы перспективы использования редактирования генома в будущем?
12. Что такое «дизайнерские дети» и как они связаны с редактированием генома?

Вопросы для самостоятельного изучения

1. Как общественность воспринимает редактирование человеческого генома?
2. Что такое «гемопозитическая редукция» и как она связана с редактированием генома?
3. Каковы перспективы использования редактирования генома в будущем?
4. Что такое «дизайнерские дети» и как они связаны с редактированием генома?

3.8 Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация позволяет оценить степень сформированности у обучающегося компетенций, предусмотренных учебным планом в рамках освоения данной дисциплины.

Вид промежуточной аттестации в соответствии с учебным планом по специальности 06.05.01 Биотехнология и биоинформатика: 7 семестр – зачет.

Вопросы, выносимые на зачет

1. Что такое редактирование генома?
2. Какие технологии используются для редактирования генома?
3. Как работает система CRISPR-Cas9?
4. Каковы основные преимущества редактирования генома?
5. Каковы риски и этические проблемы, связанные с редактированием генома?
6. Как редактирование генома может быть использовано в медицине?
7. Как редактирование генома может помочь в сельском хозяйстве?
8. Что такое «гены-редакторы» и как они работают?
9. Как редактирование генома может повлиять на эволюцию видов?
10. Как редактирование генома используется в исследованиях рака?
11. Что такое «гомологичная рекомбинация» и как она связана с редактированием генома?
12. Каковы отличия между CRISPR-Cas9 и TALEN?
13. Что такое «первичное редактирование» (prime editing)?

14. Как редактирование генома может использоваться для борьбы с инфекционными заболеваниями?
15. Что такое «эпигенетическое редактирование»?
16. Какие международные соглашения регулируют исследования в области редактирования генома?
17. Как общественность воспринимает редактирование человеческого генома?
18. Что такое «гемопоезическая редукция» и как она связана с редактированием генома?
19. Каковы перспективы использования редактирования генома в будущем?
20. Что такое «дизайнерские дети» и как они связаны с редактированием генома?

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 обучающихся, этапов и уровня формирования компетенций по дисциплине «Методы редактирования генома» осуществляется через проведение входного, 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:

Уровень освоения компетенции	Отметка по пятибалльной системе (промежуточная аттестация)		Описание
высокий	«отлично»	«зачтено»	Обучающийся обнаружил всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала; умеет свободно выполнять задания, предусмотренные программой; усвоил основную литературу и знаком с дополнительной литературой, рекомендованной программой. Как правило, обучающийся проявляет творческие способности в понимании, изложении и использовании материала.

Уровень освоения компетенции	Отметка по пятибалльной системе (промежуточная аттестация)		Описание
базовый	«хорошо»	«зачтено»	Обучающийся обнаружил полное знание учебного материала; успешно выполняет предусмотренные в программе задания; усвоил основную литературу, рекомендованную в программе.
пороговый	«удовлетворительно»	«зачтено»	Обучающийся обнаружил знания основного учебного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии; справляется с выполнением практических заданий, предусмотренных программой; знаком с основной литературой, рекомендованной программой; допустил погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, но обладает необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя.
—	«неудовлетворительно»	«не зачтено»	Обучающийся обнаружил пробелы в знаниях основного учебного материала; допустил принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой практических заданий; не может продолжить обучение или приступить к профессиональной деятельности по окончании образовательной организации без дополнительных занятий.

4.2.1 Критерии оценки устного ответа

При устном ответе обучающийся демонстрирует:

знания: материала, практики применения материала;

умения: пользоваться основной, дополнительной и справочной литературой по вопросам дисциплины;

владение навыками: навыками анализа структуры ДНК животных и клеток; анализа модифицированного генома методами ZFNs, TALENS и CRISPR/Cas9; обобщения и анализа геномного редактирования.

Критерии оценки устного ответа

отлично	обучающийся демонстрирует: – знание материала, практики применения материала, исчерпывающе и последовательно, четко и логично излагает материал, хорошо ориентируется в материале, не затрудняется с ответом при видоизменении заданий; – умение пользоваться основной, дополнительной и справочной литературой по вопросам дисциплины; – успешное и системное владение навыками анализа структуры ДНК животных и клеток; анализа модифицированного генома методами ZFNs, TALENS и CRISPR/Cas9; обобщения и анализа
----------------	--

	геномного редактирования; - все вопросы раскрыты полностью и корректно, материал изложен логично, грамотно.
хорошо	обучающийся демонстрирует: - знание материала, не допускает существенных неточностей; - в целом успешное, но содержащее отдельные пробелы, умение пользоваться основной, дополнительной и справочной литературой по вопросам дисциплины; - в целом успешное, но содержащее отдельные пробелы или сопровождающееся отдельными ошибками, владение навыками анализа структуры ДНК животных и клеток; анализа модифицированного генома методами ZFNs, TALENS и CRISPR/Cas9; обобщения и анализа геномного редактирования; - все вопросы раскрыты, материал изложен логично.
удовлетворительно	обучающийся демонстрирует: - знание только основного материала, но не знает деталей, допускает неточности, допускает неточности в формулировках, нарушает логическую последовательность в изложении программного материала; - в целом успешное, но не системное умение пользоваться основной, дополнительной и справочной литературой по вопросам дисциплины; - в целом успешное, но не системное владение навыками работы анализа структуры ДНК животных и клеток; анализа модифицированного генома методами ZFNs, TALENS и CRISPR/Cas9; обобщения и анализа геномного редактирования; - все вопросы раскрыты, но имеются серьезные неточности.
неудовлетворительно	обучающийся: - не знает значительной части программного материала, плохо ориентируется в материале, не знает практику применения материала, допускает существенные ошибки; - не умеет пользоваться основной, дополнительной и справочной литературой по вопросам дисциплины; - не владеет навыками анализа структуры ДНК животных и клеток; анализа модифицированного генома методами ZFNs, TALENS и CRISPR/Cas9; обобщения и анализа геномного редактирования; - не все вопросы не раскрыты, имеются серьезные неточности.

4.2.2 Критерии оценки выполнения тестовых заданий

При выполнении тестовых заданий обучающийся демонстрирует:
знания: материала, практики применения материала.

Критерии оценки выполнения тестовых заданий

отлично	обучающийся демонстрирует: правильное выполнение 86-100% тестовых заданий
хорошо	обучающийся демонстрирует: правильное выполнение 74-85% тестовых заданий
удовлетворительно	обучающийся демонстрирует: правильное выполнение 60-73% тестовых заданий

неудовлетворительно	обучающийся: правильно выполняет менее 60 % тестовых заданий
----------------------------	---

4.2.3 Критерии оценки выступления с докладом

При подготовке и выступлении с докладом обучающийся демонстрирует:

знания: материала; практики применения материала;

умения: обобщения, краткого изложения, раскрытия сущности и анализа изученного материала; грамотного изложения материала (в т.ч. орфографическая, пунктуационная, стилистическая культура);

владение навыками: представления материала в виде презентации.

Критерии оценки выступления с докладом

отлично	обучающийся демонстрирует: - раскрытие сущности вопроса; - соответствие презентации содержанию выступления; - собственные, самостоятельные, обоснованные, аргументированные суждения; - представляет полные и развернутые ответы на дополнительные вопросы; - задает актуальные вопросы по обозначенной теме; - принимает активное участие в обсуждении по обозначенной теме.
хорошо	обучающийся демонстрирует: - в целом успешное раскрытие сущности вопроса; - в целом соответствие презентации содержанию выступления; - собственные, самостоятельные, обоснованные, аргументированные суждения; - отвечает на дополнительные вопросы; - задает вопросы по обозначенной теме; - принимает участие в обсуждении по обозначенной теме.
удовлетворительно	обучающийся демонстрирует: - сущность вопроса раскрыта недостаточно; - имеется презентация; - испытывает затруднения в формулировке собственных обоснованных и аргументированных суждений; - допускает незначительные ошибки при ответе на дополнительные вопросы; - не задает вопросы по обозначенной теме; - не принимает участие в обсуждении по обозначенной теме.
неудовлетворительно	обучающийся: - не раскрыл сущность вопроса; - презентация не соответствует докладу; - испытывает затруднения в формулировке собственных суждений; - не отвечает на дополнительные вопросы; - не задает вопросы по обозначенной теме; - не принимает участие в обсуждении по обозначенной теме.

4.2.4 Критерии оценки выполнения лабораторных работ

При выполнении лабораторных работ обучающийся демонстрирует:

знания: определений, понятий и терминов, встречающихся в ходе выполнения лабораторной работы;

умения: работы с реактивами и лабораторным оборудованием;

владение навыками: организации и выполнения лабораторной работы.

Критерии оценки выполнения лабораторных работ

отлично	обучающийся демонстрирует: – владение теоретическим материалом; – выполнил работу в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности проведения опытов и измерений; – все опыты провел в условиях и режимах, обеспечивающих получение результатов и выводов с наибольшей точностью; – в представленном отчете правильно и аккуратно выполнил все записи, таблицы, рисунки, чертежи, графики, вычисления и сделал выводы; – соблюдал требования безопасности труда; – собственные, самостоятельные, обоснованные, аргументированные суждения; – представляет полные и развернутые ответы на дополнительные вопросы.
хорошо	обучающийся демонстрирует: – владение теоретическим материалом; – работа выполнена полностью; – опыт проводился в условиях, не обеспечивающих достаточной точности измерения; – было допущено два-три недочета, или не более одной негрубой ошибки и одного недочета; – отсутствуют ошибки при описании теории; – собственные, самостоятельные, обоснованные, аргументированные суждения; – допускает незначительные ошибки при ответах на дополнительные вопросы.
удовлетворительно	обучающийся демонстрирует: – владение теоретическим материалом на минимально допустимом уровне; – работа выполнена не полностью, но объем выполненной части таков, что позволяет получить правильные результаты и выводы, или если в ходе проведения опыта и измерений были допущены следующие ошибки: а) опыт проводился в нерациональных условиях, что привело к получению результатов с большей погрешностью; б) в отчете были допущены в общей сложности не более двух ошибок (в записях единиц, измерениях, в вычислениях, графиках, таблицах, схемах, анализе погрешностей и т. д.), не принципиального для данной работы характера, но повлиявших на результат выполнения; в) работа выполнена не полностью, однако объем выполненной части таков, что позволяет получить правильные результаты и выводы по основным, принципиально важным задачам работы;

	– испытывает затруднения в формулировке собственных обоснованных и аргументированных суждений; – допускает незначительные ошибки на дополнительные вопросы.
неудовлетворительно	обучающийся: – не владеет теоретическим материалом, допуская грубые ошибки; – работа выполнена полностью; – испытывает затруднения в формулировке собственных суждений; – не способен ответить на дополнительные вопросы.

4.2.5. Критерии оценки решения ситуационной задачи

При решении ситуационной задачи обучающийся демонстрирует:

знания: теоретические положения предполагаемого решения ситуационной задачи, взаимосвязь исходных данных с получаемым результатом, методологию принятия решений в конкретной ситуации;

умения: отбирать информацию, сортировать ее для решения ситуационной задачи, выявлять ключевые проблемы, выбирать оптимальное решение из возможной совокупности решений;

владение навыками: применения теоретических знаний для решения конкретной ситуационной задачи на практике.

Критерии оценки решения ситуационной задачи

отлично	обучающийся демонстрирует: – правильный ответ на вопрос задачи; – подробно, последовательно, грамотно объяснен ход ее решения; – решение подкреплено схематическими изображениями и демонстрациями; – правильное и свободное владение профессиональной терминологией; – правильные, четкие и краткие ответы на дополнительные вопросы.
хорошо	обучающийся демонстрирует: – правильный ответ на вопрос задачи; – ход решения подробен, но недостаточно логичен, с единичными ошибками в деталях, а также некоторыми затруднениями в теоретическом обосновании; – в схематических изображениях и демонстрациях присутствуют незначительные ошибки и неточности; – ответы на дополнительные вопросы верные, но недостаточно четкие и краткие.
удовлетворительно	обучающийся демонстрирует: – ответ на вопрос задачи дан правильно; – объяснение хода решения недостаточно полное, непоследовательное, с ошибками, слабым теоретическим обоснованием; – схематические изображения и демонстрации либо отсутствуют, либо содержат принципиальные ошибки; – ответы на дополнительные вопросы недостаточно четкие и содержат ошибки в деталях.

неудовлетворительно	обучающийся: – ответ на вопрос ситуационной задачи не дан / дан неправильно.
----------------------------	---

4.2.6 Критерии оценки письменного опроса

При письменном опросе обучающийся демонстрирует:

знания: материала, практики применения материала;

умения: пользоваться основной, дополнительной и справочной литературой по вопросам дисциплины;

владение навыками: навыками анализа структуры ДНК животных и клеток; анализа модифицированного генома методами ZFNs, TALENS и CRISPR/Cas9; обобщения и анализа геномного редактирования.

Критерии оценки письменного ответа

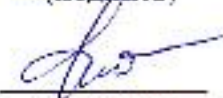
отлично	обучающийся демонстрирует: – знание материала, практики применения материала, исчерпывающе и последовательно, четко и логично излагает материал, хорошо ориентируется в материале, не затрудняется с ответом при видоизменении заданий; – умение пользоваться основной, дополнительной и справочной литературой по вопросам дисциплины; – успешное и системное владение навыками анализа структуры ДНК животных и клеток; анализа модифицированного генома методами ZFNs, TALENS и CRISPR/Cas9; обобщения и анализа геномного редактирования; – все вопросы раскрыты полностью и корректно, материал изложен логично, грамотно.
хорошо	обучающийся демонстрирует: – знание материала, не допускает существенных неточностей; – в целом успешное, но содержащее отдельные пробелы, умение пользоваться основной, дополнительной и справочной литературой по вопросам дисциплины; – в целом успешное, но содержащее отдельные пробелы или сопровождающееся отдельными ошибками, владение навыками анализа структуры ДНК животных и клеток; анализа модифицированного генома методами ZFNs, TALENS и CRISPR/Cas9; обобщения и анализа геномного редактирования; – все вопросы раскрыты, материал изложен логично.
удовлетворительно	обучающийся демонстрирует: – знание только основного материала, но не знает деталей, допускает неточности, допускает неточности в формулировках, нарушает логическую последовательность в изложении программного материала; – в целом успешное, но не системное умение пользоваться основной, дополнительной и справочной литературой по вопросам дисциплины; – в целом успешное, но не системное владение навыками анализа структуры ДНК животных и клеток; анализа модифицированного генома методами ZFNs, TALENS и CRISPR/Cas9; обобщения и анализа геномного редактирования.

неудовлетворительно	ния и анализа геномного редактирования; - все вопросы раскрыты, но имеются серьезные неточности. обучающийся: - не знает значительной части программного материала, плохо ориентируется в материале, не знает практику применения материала, допускает существенные ошибки; - не умеет пользоваться основной, дополнительной и справочной литературой по вопросам дисциплины; - не владеет навыками анализа структуры ДНК животных и клеток; анализа модифицированного генома методами ZFNs, TALENs и CRISPR/Cas9; обобщения и анализа геномного редактирования; - не все вопросы не раскрыты, имеются серьезные неточности.
-----------------------------------	---

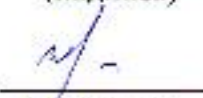
Разработчики: профессор, Федорова В.А.


(подпись)

доцент, Фауст Е.А.


(подпись)

ст. преподаватель, Зайцев С.С.


(подпись)