



МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
**«Казанский государственный аграрный университет»**  
**(ФГБОУ ВО КАЗАНСКИЙ ГАУ)**

Институт агробиотехнологий и землепользования  
Кафедра – общего земледелия, защиты растений и селекции

УТВЕРЖДАЮ

Начальник по учебно-воспитательной работе и  
молодежной политике, доцент  
А.В. Дмитриев



**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ  
ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ  
ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

**Геномное редактирование растений**

**(Оценочные средства и методические материалы)**

приложение к рабочей программе дисциплины

Направление подготовки  
**35.04.04 Агрономия**

Направленность (профиль) подготовки  
**Биотехнология и защита растений**

Форма обучения  
**Очная, заочная**

Казань – 2022 г.

Составитель:

д.с.-х.н., профессор

Должность, ученая степень, ученое звание

Подпись

Сафин Радик Ильясович

Ф.И.О.

Оценочные средства обсуждены и одобрены на заседании кафедры общего земледелие, защиты растений и селекции «03» мая 2022 года (протокол № 16)

Заведующий кафедрой:

доктор с.-х наук, профессор

Должность, ученая степень, ученое звание

Подпись

Сафин Радик Ильясович

Ф.И.О.

Рассмотрены и одобрены на заседании методической комиссии института агробиотехнологий и землепользования «05» мая 2022 года (протокол № 8)

Председатель методической комиссии:

к.с.-х.н., доцент

Должность, ученая степень, ученое звание



Подпись

Даминова Аниса Илдаровна

Ф.И.О.

Согласовано:

Директор

  
Подпись

Сержанов Игорь Михайлович

Ф.И.О.

Протокол ученого совета института агробиотехнологий и землепользования № 8 от «06» мая 2022 года

## 1. ПЕРЕЧЕНЬ КОМПЕТЕНЦИЙ С УКАЗАНИЕМ ЭТАПОВ ИХ ФОРМИРОВАНИЯ В ПРОЦЕССЕ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

В результате освоения ОПОП магистратура по направлению подготовки 35.04.04 Агрономия, профилю «Биотехнология и защита растений» по дисциплине «Геномное редактирование растений», обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения:

Таблица 1.1 – Требования к результатам освоения дисциплины

Компетенция	Индикатор достижения компетенции	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ОПК-4.2	Имеет навыки проведения лабораторных, вегетационных полевых экспериментов.	<p><b>Знать:</b> теоретические основы и основные методы геномного редактирования</p> <p><b>Уметь:</b> использовать методики геномного редактирования при проведении научных исследований по селекции растений.</p> <p><b>Владеть:</b> приемами и методами геномного редактирования при применении их в селекции растений.</p>
ПК-1.1	Проводит информационный поиск и анализ инновационных технологий, сортов и гибридов сельскохозяйственных культур, в том числе с использованием информационно-аналитических ресурсов и геоинформационных систем.	<p><b>Знать:</b> основы информационного поиска и анализа инновационных технологий при применении геномного редактирования в селекции сортов и гибридов растений.</p> <p><b>Уметь:</b> использовать информационный поиск и анализ инновационных технологий при применении геномного редактирования в селекции сортов и гибридов растений.</p> <p><b>Владеть:</b> приемами и методами использования информационного поиска и анализа инновационных технологий при применении геномного редактирования в селекции сортов и гибридов растений.</p>
ПК-1.2	Разрабатывает программы исследований по изучению эффективности технологий и средств защиты растений.	<p><b>Знать:</b> основы разработки программ исследований при применении геномного редактирования в селекции сортов и гибридов растений.</p> <p><b>Уметь:</b> разрабатывать и реализовывать программы исследований при применении геномного редактирования в селекции сортов и гибридов растений.</p> <p><b>Владеть:</b> приемами и методами реализации программы исследований при применении геномного редактирования в селекции сортов и гибридов растений.</p>

## 2. ОПИСАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И КРИТЕРИЕВ ОЦЕНИВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ НА РАЗЛИЧНЫХ ЭТАПАХ ИХ ФОРМИРОВАНИЯ, ОПИСАНИЕ ШКАЛ ОЦЕНИВАНИЯ

Таблица 2.1 – Показатели и критерии определения уровня сформированности компетенций (интегрированная оценка уровня сформированности индикаторов достижения компетенций)

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения			
		неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	отлично
ОПК-4.2 Проводит информационный поиск и анализ инновационных технологий, сортов и гибридов сельскохозяйственных культур, в том числе с использованием информационно-аналитических ресурсов и геоинформационных систем	<b>Знать:</b> теоретические основы и основные методы геномного редактирования.	Отсутствуют представления о теоретических основах и методах геномного редактирования.	Неполные представления о теоретических основах и методах геномного редактирования.	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы представления о теоретических основах и методах геномного редактирования.	Сформированные систематические представления о теоретических основах и методах геномного редактирования.
	<b>Уметь:</b> использовать методики геномного редактирования при проведении научных исследований по селекции растений.	Не умеет использовать методики геномного редактирования при проведении научных исследований по селекции растений.	В целом успешное, но не систематическое умение использовать методики геномного редактирования при проведении научных исследований по селекции растений.	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы в умении использовать методики геномного редактирования при проведении научных исследований по селекции растений.	Сформированное умение использовать методики геномного редактирования при проведении научных исследований по селекции растений.
	<b>Владеть:</b> приемами и методами геномного редактирования при применении их в селекции растений.	Не владеет приемами и методами геномного редактирования при применении их в селекции растений.	В целом успешное, но не систематическое владение приемами и методами геномного редактирования при применении их в селекции растений.	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы во владении приемами и методами геномного редактирования при применении их в селекции растений.	Успешное и систематическое владение приемами и методами геномного редактирования при применении их в селекции растений.
ПК-1.1 Проводит информационный	<b>Знать:</b> основы информационного поиска и анализа инновационных технологий при применении	Отсутствуют представления об основах информационного поиска и анализа	Неполные представления об основах информационного поиска и анализа инновационных технологий	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы представления об основах	Сформированные систематические представления об основах



## Описание шкалы оценивания

1. Оценка «неудовлетворительно» ставится студенту, не овладевшему ни одним из элементов компетенции, т.е. обнаружившему существенные пробелы в знании основного программного материала по дисциплине, допустившему принципиальные ошибки при применении теоретических знаний, которые не позволяют ему продолжить обучение или приступить к практической деятельности без дополнительной подготовки по данной дисциплине.

2. Оценка «удовлетворительно» ставится студенту, овладевшему элементами компетенции «знать», т.е. проявившему знания основного программного материала по дисциплине в объеме, необходимом для последующего обучения и предстоящей практической деятельности, знакомому с основной рекомендованной литературой, допустившему неточности в ответе на экзамене, но в основном обладающему необходимыми знаниями для их устраниния при корректировке со стороны экзаменатора.

3. Оценка «хорошо» ставится студенту, овладевшему элементами компетенции «знать» и «уметь», проявившему полное знание программного материала по дисциплине, освоившему основную рекомендованную литературу, обнаружившему стабильный характер знаний и умений и способному к их самостоятельному применению и обновлению в ходе последующего обучения и практической деятельности.

4. Оценка «отлично» ставится студенту, овладевшему элементами компетенции «знать», «уметь» и «владеть», проявившему всесторонние и глубокие знания программного материала по дисциплине, освоившему основную и дополнительную литературу, обнаружившему творческие способности в понимании, изложении и практическом использовании усвоенных знаний.

5. Оценка «зачтено» соответствует критериям оценок от «отлично» до «удовлетворительно».

6. Оценка «не зачтено» соответствует критерию оценки «неудовлетворительно».

**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**

Таблица 3.1 – Типовые контрольные задания соотнесенные с индикаторами достижения компетенций

Индикатор достижения компетенции	№№ заданий (вопросов, билетов, тестов и пр.) для оценки результатов обучения по соотнесенному индикатору достижения компетенции
ОПК-4.2 Проводит информационный поиск и анализ инновационных технологий, сортов и гибридов сельскохозяйственных культур, в том числе с использованием информационно-аналитических ресурсов и геоинформационных систем	Вопросы для письменной контрольной работы №1 (раздел 1): 1-10 Примерные темы рефератов (раздел 1): 1-6 Вопросы к зачету: 1-14
ПК-1.1 Проводит информационный поиск и анализ инновационных технологий, сортов и гибридов сельскохозяйственных культур, в том числе с использованием информационно-аналитических ресурсов и геоинформационных систем.	Вопросы для письменной контрольной работы №1 (раздел 2): 1-7 Примерные темы рефератов (раздел 2): 1-6 Вопросы к зачету: 15-21
ПК-1.2 Разрабатывает программы исследований по изучению эффективности технологий и средств защиты растений.	Вопросы для письменной контрольной работы №1 (раздел 2): 8-13 Примерные темы рефератов (раздел 1): 22-26

**Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной  
аттестации по итогам освоения дисциплины**

**Вопросы для письменной контрольной работы №1 (раздел 1)**

1. Достижения маркер-ориентированной селекции растений.
2. Эффективные способы геномной селекции растений.
3. Нокаут генов – негативных регуляторов с помощью системы CRISPR/Cas как способ получения улучшенных форм растений
4. Достижения в использовании методов геномного редактирования для улучшения плодовых растений.
5. Аналитический обзор информации в биологических базах данных по гену-кандидату;
6. Особенности применения методов беккроссной селекции с использованием ДНК-маркеров
7. Классификация ДНК-маркеров в зависимости от базового метода анализа полиморфизма ДНК
8. Современные методы селекции количественных признаков.
9. Использование механизма гомологической рекомбинации для внесения аминокислотных замен с целью изменения функций кодируемого белка целевого гена.
10. Исследование эволюции гена-кандидата у растений.

**Вопросы для письменной контрольной работы №2 (раздел 2)**

1. Причины широкого распространения ДНК-маркеров.
2. Способы разработки внутригенного диагностического маркёра.
3. Применение нокаут генов для решения селекционных задач.
4. Применение ДНК-маркеров в селекции зерновых культур.
5. Основные отличия маркер-ориентированной и геномной селекции.
6. Автоматический анализ ДНК-маркеров.
7. Значение места расположения локусов количественных признаков на хромосомах в случае геномной селекции.
8. Оценка эффективности применения методов геномного редактирования на разных видах сельскохозяйственных растений.
9. Применение геномного редактирования в селекции зерновых культур.
10. Применение геномного редактирования в селекции технических культур.
11. Применение геномного редактирования в селекции овощных культур.
12. Применение геномного редактирования в селекции плодовых культур.
13. Применение геномного редактирования в селекции ягодных культур и винограда.

## Задания для самостоятельной работы

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тематика самостоятельной работы	Контроль выполнения (Опрос, тест, дом.задание, и т.д)
1.	Теоретические основы геномного редактирования.	Проработка литературных источников по истории и основам геномного редактирования.	Опрос, реферат
2.	Основные методы геномного редактирования у растений	Проработка литературных источников по методам геномного редактирования у растений	Опрос, реферат

- оценка «отлично» выставляется студенту, если он: продемонстрировал увереные знания; использовал дополнительные литературные источники и Интернет ресурсы (не менее 3-х); показал умение логически и последовательно аргументировать свою точку зрения (не менее 2-х аргументов); проявил высокую активность в обсуждении (не менее 2-х вопросов).

### Примерные темы рефератов (раздел 1)

- Генетические маркеры, ДНК-маркеры: классификация, определения, основные примеры.
- Внутригенные маркеры и основные методы выделения нуклеотидных последовательностей целевых генов.
- Сравнительный анализ маркер-ориентированной и геномной селекции.
- Геномное редактирование - нокаут генов и использование механизма гомологической рекомбинации.
- Использование геномного редактирования и метаболической инженерии для контроля опыления.
- Определение и основные задачи биоинформатики. Роль методов биоинформатики в генетике растений.

### Примерные темы рефератов (раздел 2)

- Определение и основные задачи биоинформатики. Роль методов биоинформатики в генетике растений.
- Банки данных биологических последовательностей. GenBank.
- Геномные браузеры.
- Сравнение нуклеотидных и белковых последовательностей.
- BLAST. Primer-BLAST.
- Специализированные базы данных по генетике растений. PLAZA.
- Молекулярная филогения и эволюция. Ортологи и паралоги.
- ДНК-маркеры – критерии подбора для селекционных программ.
- Подходы к разработке внутригенных диагностических маркеров.
- ДНК-маркеры – базовые методы анализа.
- Улучшение сортов по признакам с моногенным контролем – возможные способы.
- Филогенетические деревья и алгоритмы их построения и анализа.

### Критерии оценки: количество баллов или удовлетворительно, хорошо, отлично

- оценка «отлично» выставляется студенту, если он, (например, набрал такое-то количество баллов) он: продемонстрировал увереные знания первоисточников (не менее 2-х) во взаимосвязи с практической действительностью (не менее 3-х примеров); показал умение логически и последовательно аргументировать и презентовать свою точку зрения (не менее 2-х аргументов и публичная презентация); проявил высокую активность в обсуждении (не менее 2-х вопросов)

## **Вопросы к зачету**

1. Основные цели и задачи геномного редактирования.
2. Особенности современных геномных исследований.
3. Нуклеиновые кислоты и их строение. Основы репликации ДНК. Гены и их строение. Строение хромосом.
4. Генетическое и молекулярное картирование генома растений. Генетические карты сельскохозяйственных культур.
5. Оценка эффективности применения методов геномного редактирования на разных видах сельскохозяйственных растений.
6. Основные методы изучения генома растений.
7. Использование методов и программного обеспечения генетического картирование сельскохозяйственных культур.
8. Эволюция методов геномного редактирования. Методы и общие принципы.
9. Технология TALENs (transcription activator-like effector nucleases).
10. Технология CRISPCas9. Направленная модификация растений.
11. Инструменты геномного редактирования.
12. Сравнительный анализ маркер-ориентированной и геномной селекции.
13. Геномное редактирование - нокаут генов и использование механизма гомологической рекомбинации.
14. Использование геномного редактирования и метаболической инженерии для контроля опыления.
15. Банки данных биологических последовательностей. GenBank.
16. Геномные браузеры.
17. Сравнение нуклеотидных и белковых последовательностей.
18. BLAST. Primer-BLAST.
19. Специализированные базы данных по генетике растений. PLAZA.
20. Молекулярная филогения и эволюция. Ортологи и паралоги.
21. ДНК-маркеры – критерии подбора для селекционных программ.
22. Применение геномного редактирования в селекции зерновых культур.
23. Применение геномного редактирования в селекции технических культур.
24. Применение геномного редактирования в селекции овощных культур.
25. Применение геномного редактирования в селекции плодовых культур.
26. Применение геномного редактирования в селекции ягодных культур и винограда.



#### **4. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ, НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИХ ЭТАПЫ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ**

Лекции оцениваются по посещаемости, активности, умению выделить главную мысль.

Лабораторные занятия оцениваются по самостоятельности выполнения работы, грамотности в оформлении, правильности выполнения.

Самостоятельная работа оценивается по качеству и количеству выполненных домашних работ, грамотности в оформлении, правильности выполнения.

Промежуточная аттестация проводится в форме экзамена.

Критерии оценки экзамена в тестовой форме: количество баллов или удовлетворительно, хорошо, отлично. Для получения соответствующей оценки на зачете по курсу используется накопительная система балльно-рейтинговой работы студентов. Итоговая оценка складывается из суммы баллов или оценок, полученных по всем разделам курса и суммы баллов полученной на зачете.

Критерии оценки уровня знаний студентов с использованием теста на экзамене с оценкой по учебной дисциплине

Оценка	Характеристики ответа студента
Отлично	86-100 % правильных ответов
Хорошо	71-85 %
Удовлетворительно	51- 70%
Неудовлетворительно	Менее 51 %

Количество баллов и оценка неудовлетворительно, удовлетворительно, хорошо, отлично определяются программными средствами по количеству правильных ответов к количеству случайно выбранных вопросов.

Критерии оценивания компетенций следующие:

1. Ответы имеют полные решения (с правильным ответом). Их содержание свидетельствует об увереных знаниях обучающегося и о его умении решать профессиональные задачи, оценивается в 5 баллов (отлично);
2. Более 75 % ответов имеют полные решения (с правильным ответом). Их содержание свидетельствует о достаточных знаниях обучающегося и его умении решать профессиональные задачи – 4 балла (хорошо);
3. Не менее 50 % ответов имеют полные решения (с правильным ответом). Их содержание свидетельствует об удовлетворительных знаниях обучающегося и о его ограниченном умении решать профессиональные задачи, соответствующие его будущей квалификации – 3 балла (удовлетворительно);
4. Менее 50 % ответов имеют решения с правильным ответом. Их содержание свидетельствует о слабых знаниях обучающегося и его неумении решать профессиональные задачи – 2 балла (неудовлетворительно).