



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

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

7 мая 2023 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Геномное редактирование растений**

Направление подготовки  
**35.04.04 Агрономия**

Направленность (профиль) подготовки  
**Биологическое земледелие и защита растений**

Форма обучения  
**очная, заочная**

Казань – 2023 г.

Составитель:  
профессор, д.с.-х.н., профессор  
Должность, ученая степень, ученое звание

  
Подпись

Сафин Радик Ильясович  
Ф.И.О.

Рабочая программа дисциплины обсуждена и одобрена на заседании кафедры общего земледелия, защита растений и селекции «27» апреля 2023 года (протокол № 11)

Заведующий кафедрой:  
д. с.-х.н., профессор  
Должность, ученая степень, ученое звание

  
Подпись

Сафин Радик Ильясович  
Ф.И.О.

Рассмотрена и одобрена на заседании методической комиссии Института агробιοтехнологий и землепользования «2» мая 2023 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 № 11 от «3» мая 2023 года

## 1. Перечень планируемых результатов обучения магистров по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате освоения основной профессиональной образовательной программы (ОПОП) по направлению подготовки 35.04.04. Агрономия, направленность (профиль) «Биологическое земледелие и защита растений», обучающийся по дисциплине «Геномное редактирование» должен овладеть следующими результатами:

Код индикатора достижения компетенции	Индикатор достижения компетенции	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
<b>ОПК- 4 Способен проводить научные исследования, анализировать результаты и готовить отчетные документы</b>		
ОПК-4	ОПК-4.2 Имеет навыки проведения лабораторных, вегетационных и 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>
<b>ПК-1 Способен проводить научно-исследовательские работы в области защиты растений с использованием естественных биологических компонентов</b>		
ПК-1	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. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина относится к факультативам. Изучается на 1 курсе при очной форме обучения.

Изучение дисциплины предполагает предварительное освоение следующих дисциплин учебного плана: «Генетика».

Дисциплина является основополагающей для изучения следующих дисциплин и практик: Селекция растений для биологического земледелия.

## 3. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных единиц (з.е.), 72 часа.

Таблица 3.1 - Распределение фонда времени по семестрам и видам занятий

Вид учебных занятий	Очная форма	Заочная форма
	1 семестр	Курс 1. Сессия 2
<b>Контактная работа обучающихся с преподавателем (всего, час)</b>	<b>27</b>	<b>7</b>
в том числе:		
Лекции, час	12	2
в том числе в виде практической подготовки (при наличии), час		
Практические занятия, час	14	4
в том числе в виде практической подготовки (при наличии), час		
Лабораторные работы, час		
в том числе в виде практической подготовки (при наличии), час		
Зачет, час	1	1
<b>Самостоятельная работа обучающихся (всего, час)</b>	<b>45</b>	<b>65</b>
в том числе:		
-подготовка к лабораторным работам, час		
-подготовка к практическим занятиям, час	15	40
- работа с тестами и вопросами для самоподготовки, час	25	20
- выполнение курсового проекта, час		
- подготовка к зачету, час	5	5
<b>Общая трудоемкость час</b>	<b>72</b>	<b>72</b>
<b>зач. ед.</b>	<b>2</b>	<b>2</b>

**4. Содержание дисциплины, структурированное по разделам и темам с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий**

Таблица 4.1 - Разделы дисциплины и трудоемкость по видам учебных занятий (в академических часах)

№ темы	Раздел дисциплины	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость, в часах							
		лекции		практические работы		всего аудиторных часов		самостоятельная работа	
		очно	заочно	очно	заочно	очно	заочно	очно	заочно
1	Теоретические основы геномного редактирования.	4	1	4	2	8	3	15	25
2	Основные методы геномного редактирования у растений	8	1	10	2	18	3	30	40
	Итого	12	2	14	4	26	6	45	65

Таблица 4.2 - Содержание дисциплины, структурированное по разделам и темам

№	Содержание раздела (темы) дисциплины	Время, ак.час (очно/заочно/очно-заочно)			
		очно		заочно (очно-заочно)	
		всего	в том числе в форме практической подготовки и (при наличии)	всего	в том числе в форме практической подготовки и (при наличии)
1	<b>Раздел 1. Теоретические основы геномного редактирования</b>				
	<i>Лекции</i>				
1.1	<i>Введение.</i> Нуклеиновые кислоты и их строение. Основы репликации ДНК. Гены и их строение. Строение хромосом.	2			
1.2	<i>Картирование генома.</i> Генетическое и молекулярное картирование генома растений. Генетические карты сельскохозяйственных культур.	2			
	<i>Лабораторные (практические) работы</i>				
1.3	Основные методов изучения генома	2			

	растений.				
1.4	Использование методов и программного обеспечения генетического картирование сельскохозяйственных культур.	2			
2	<b>Раздел 2. Основные методы геномного редактирования у растений</b>				
	<i>Лекции</i>				
2.1	<i>Методы направленной модификации генома.</i> Эволюция методов геномного редактирования. Методы и общие принципы.	4			
2.2	<i>Применение методов геномного редактирования.</i> Технология TALENs (transcription activator-like effector nucleases) и CRISPCas9. Направленная модификация растений..	4			
	<i>Лабораторные (практические) работы</i>				
2.3	Инструменты геномного редактирования.	4			
2.4	Использование отдельных элементов системы на практике. Применение методов TALENs и CRISPCas9.	6			

### 5 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

1. Калашникова Е.А. Основы биотехнологии: Учебное пособие. / Е.А. Калашникова, М.Ю. Чередниченко. - М.: Изд-во РГАУ-МСХА, 2016. 186 с.
2. Общая селекция растений : учебник для вузов / Ю. Б. Коновалов, В. В. Пыльнев, Т. И. Хупацария, В. С. Рубец. — 3-е изд., испр. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 480 с. — ISBN 978-5-8114-8006-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/171892>.
3. Биотехнология, биоинформатика и геномика растений и микроорганизмов : материалы конференции. — Томск : ТГУ, 2016. — 140 с. — ISBN 978-5-94621-539-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/92007>.
4. Генетические основы селекции растений. — Минск : Белорусская наука, [б. г.]. — Том 4 : Биотехнология в селекции растений. Геномика и генетическая инженерия — 2014. — 653 с. — ISBN 978-985-08-1791-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/90618>.
5. Смирнов А.В. Система CRISPR/Cas9 – универсальный инструмент геномной инженерии / А.В. Смирнов, А.М. Юнусова, В.А. Лукьянчикова, Н.Р. Баттулин // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2016. Т. 20. № 4. С. 493- 510.

Самостоятельная работа магистров по дисциплине «Геномное редактирование» включает аудиторную и внеаудиторную самостоятельную работу в течение семестра.

Аудиторная самостоятельная работа осуществляется в форме выполнения заданий на практических занятиях, а также выполнения заданий для текущего контроля знаний по завершении изучения темы.

Внеаудиторная самостоятельная работа включает: подготовку к аудиторным занятиям и мероприятиям текущего контроля; завершение заданий, предусматривающих работу с законодательными и нормативными материалами, выполняемых студентами на практических занятиях; подготовку к аттестации по итогам освоения дисциплины.

Самостоятельная работа выполняется студентами в читальных залах библиотеки, компьютерных классах, а также в домашних условиях.

Все виды самостоятельной работы студентов подкреплены учебно-методическим и информационным обеспечением, включающим учебники, учебно-методические пособия, конспекты лекций, необходимое программное обеспечение. Студенты имеют контролируемый доступ к ресурсу Интернет.

Подготовка к аудиторным занятиям и мероприятиям текущего контроля. Изучение дисциплины следует начинать с проработки настоящей рабочей программы, особое внимание, уделяя целям и задачам, структуре и содержанию курса. Студентам рекомендуется получить в библиотеке учебную литературу по дисциплине, необходимую для эффективной работы на всех видах аудиторных занятий, а также для самостоятельной работы по изучению дисциплины. Студент может дополнить список использованной литературы современными источниками, не представленными в списке рекомендованной литературы.

При подготовке к аудиторным занятиям студент должен изучить теоретический материал в соответствии с учебно-тематическим планом дисциплины. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в рабочей программе, из Интернет-источников, а также сведениями из законодательных нормативно-методических документов.

По каждой из тем, приведенных в рабочей программе дисциплины, следует сначала прочитать рекомендованную литературу и составить конспект основных положений, терминов, сведений, требующих запоминания и являющихся основополагающими в этой теме и для освоения последующих разделов курса.

Результаты конспектирования могут быть представлены в различных формах.

План – это схема прочитанного материала, краткий (или подробный) перечень вопросов, отражающих структуру и последовательность материала. Подробно составленный план вполне заменяет конспект.

Конспект – это систематизированное, логичное изложение материала источника.

Различаются четыре типа конспектов:

- План-конспект – это развернутый детализированный план, в котором достаточно подробные записи приводятся по тем пунктам плана, которые нуждаются в пояснении.

- Текстуальный конспект – это воспроизведение наиболее важных положений и фактов источника.

- Свободный конспект – это четко и кратко сформулированные (изложенные) основные положения в результате глубокого осмысливания материала. В нем могут присутствовать выписки, цитаты, тезисы; часть материала может быть представлена планом.

- Тематический конспект – составляется на основе изучения ряда источников и дает более или менее исчерпывающий ответ по какой-то схеме (вопросу).

При изучении законодательных и нормативных материалов рекомендуется составление глоссария, схем, таблиц. Записи имеют первостепенное значение для самостоятельной работы студентов. Они помогают понять построение изучаемого материала, выделить основные положения, проследить их логику и тем самым проникнуть в творческую лабораторию автора. Ведение записей способствует превращению чтения в

активный процесс, мобилизует, наряду со зрительной, и моторную память. Следует помнить: у студента, систематически ведущего записи, создается свой индивидуальный фонд подсобных материалов для быстрого повторения прочитанного, для мобилизации накопленных знаний. Особенно важны и полезны записи тогда, когда в них находят отражение мысли, возникшие при самостоятельной работе.

Важно развивать умение сопоставлять источники, продумывать изучаемый материал. Большое значение имеет совершенствование навыков конспектирования.

### **Примерная тематика курсовых проектов (не предусмотрено)**

## **6 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)**

Представлен в приложении к рабочей программе дисциплины «Геномное редактирование»

## **7 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**

### а) основная литература

1. Калашникова Е.А. Основы биотехнологии: Учебное пособие. / Е.А. Калашникова, М.Ю. Чередниченко. - М.: Изд-во РГАУ-МСХА, 2016. 186 с.

2. Общая селекция растений : учебник для вузов / Ю. Б. Коновалов, В. В. Пыльнев, Т. И. Хупацария, В. С. Рубец. — 3-е изд., испр. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 480 с. — ISBN 978-5-8114-8006-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/171892>.

### б) Дополнительная литература

1. Биотехнология, биоинформатика и геномика растений и микроорганизмов : материалы конференции. — Томск : ТГУ, 2016. — 140 с. — ISBN 978-5-94621-539-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/92007>.

2. Генетические основы селекции растений. — Минск : Белорусская наука, [б. г.]. — Том 4 : Биотехнология в селекции растений. Геномика и генетическая инженерия — 2014. — 653 с. — ISBN 978-985-08-1791-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/90618>.

3. Смирнов А.В. Система CRISPR/Cas9 – универсальный инструмент геномной инженерии / А.В. Смирнов, А.М. Юнусова, В.А. Лукьянчикова, Н.Р. Баттулин // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2016. Т. 20. № 4. С. 493- 510.

## **8 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)**

Интернет-ресурсы - базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

1. КОНСОР, CAB International, Agricola, CAB ABSTRACTS, пакет прикладных программ «ФИТОСАН»

Интернет-ресурсы - базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

1. <http://www.timacad.ru>
2. <http://ru.wikipedia.org>
3. <http://elibrary.ru>
4. <http://agro.tatarstan.ru>

## **9 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)**

Основными видами учебных занятий для студентов по данному курсу Основными видами учебных занятий для студентов по данному курсу учебной дисциплины являются: лекции, практические работы и самостоятельная работа студентов.

**Методические указания к лекционным занятиям.** В лекциях излагаются основные теоретические сведения, составляющие научную концепцию курса. Для успешного освоения лекционного материала рекомендуется:

- после прослушивания лекции прочитать её в тот же день;
- выделить маркерами основные положения лекции;
- структурировать лекционный материал с помощью заметок на полях в соответствии с примерными вопросами для подготовки.

В процессе лекционного занятия студент должен выделять важные моменты, выводы, основные положения, выделять ключевые слова, термины. Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе или сети «Интернет». Если самостоятельно не удаётся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на занятии. Студенту рекомендуется во время лекции участвовать в обсуждении проблемных вопросов, высказывать и аргументировать своё мнение. Это способствует лучшему усвоению материала лекции и облегчает запоминание отдельных выводов. Прослушанный материал лекции студент должен проработать. От того, насколько эффективно это будет сделано, зависит и прочность усвоения знаний. Рекомендуется перечитать текст лекции, выявить основные моменты в каждом вопросе, затем ознакомиться с изложением соответствующей темы в учебниках, проанализировать дополнительную учебно-методическую и научную литературу по теме, расширив и углубив свои знания. В процессе рекомендуется выписывать из изученной литературы и подбирать свои примеры к изложенным на лекции положениям.

**Методические рекомендации студентам к практическим занятиям.** При подготовке к практическим занятиям рекомендуется следующий порядок действий:

1. Внимательно проанализировать поставленные вопросы, определить объем изложенного материала, который необходимо усвоить.
2. Изучить лекционные материалы, соотнося их с вопросами, вынесенными на обсуждение.
3. Прочитать рекомендованную обязательную и дополнительную литературу, дополняя лекционный материал (желательно делать письменные заметки).
4. Отметить положения, которые требуют уточнения, зафиксировать возникшие вопросы.
5. После усвоения теоретического материала необходимо приступать к выполнению лабораторной работы. Лабораторные работы следует выполнять строго в той последовательности, в какой указано в методических указаниях кафедры по изучению дисциплины. Лабораторную работу рекомендуется выполнять письменно, используя простые и цветные карандаши зарисовывать основные объекты в тетрадь.

**Методические рекомендации студентам к самостоятельной работе.**

Самостоятельная работа студентов является составной частью их учебной работы и имеет целью закрепление и углубление полученных знаний, умений и навыков, поиск и приобретение новых знаний.

Самостоятельная работа студентов включает в себя освоение теоретического материала на основе лекций, основной и дополнительной литературы; подготовку к практическим занятиям в индивидуальном и групповом режиме. Советы по самостоятельной работе с точки зрения использования литературы, времени, глубины проработки темы и др., а также контроль за деятельностью студента осуществляется во время занятий.

Целью преподавателя является стимулирование самостоятельного, углублённого изучения материала курса, хорошо структурированное, последовательное изложение теории на лекциях, контроль знаний студентов.

При подготовке к практическим занятиям и выполнении контрольных заданий студентам следует использовать литературу из приведенного в данной программе списка, а также руководствоваться указаниями и рекомендациями преподавателя.

Перед каждым практическим занятием студент изучает план занятия с перечнем тем и вопросов, списком литературы и домашним заданием по вынесенному на занятие материалу.

Студенту рекомендуется следующая схема подготовки к занятию и выполнению домашних заданий:

- проработать конспект лекций;
- проанализировать основную и дополнительную литературу, рекомендованную по изучаемому разделу (модулю);
- изучить методы учёта вредителей и болезней растений;
- учить зарисовки насекомых объектов;
- сделать заданные домашние задания;
- при затруднениях сформулировать вопросы к преподавателю.

В конце каждого лабораторного занятия студенты получают «домашнее задание» для закрепления пройденного материала. Домашние задания необходимо выполнять к каждому занятию. Сложные вопросы можно вынести на обсуждение на занятии или на индивидуальные консультации.

Перечень методических указаний по дисциплине:

**10 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

Форма проведения занятия, самостоятельная работа	Используемые информационные технологии	Перечень информационных справочных систем (при необходимости)	Перечень программного обеспечения
Лекция	Мультимедийные технологии в сочетании с технологией проблемного изложения	нет	Microsoft Windows 7 Professional; Microsoft Office Standart 2016, в составе: - Word - Excel - PowerPoint - Outlook - OneNote - Publisher Microsoft Windows XP Prof, x64 Ed. Microsoft Office, в составе: - Word - PowerPoint
Практические занятия	Мультимедийные технологии в сочетании с	нет	Microsoft Windows 7 Professional; Microsoft Office Standart

	технологией проблемного изложения		2016, в составе: - Word - Excel - PowerPoint - Outlook - OneNote - Publisher Microsoft Windows XP Prof, x64 Ed. Microsoft Office, в составе: - Word - PowerPoint
Самостоятельная работа			Microsoft Windows Microsoft Office, в составе: - Word LMS Moodle (модульная объектно-ориентированная динамическая среда обучения); «Антиплагиат. ВУЗ». ЗАО «Анти-Плагиат»

**11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

Лекции	Учебная аудитория 3 для проведения занятий лекционного типа, оснащенная проектором, стационарным экраном
Практические занятия	Учебные аудитория 6 для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оснащенные мультимедийными средствами. Слайды, фото, и фильмы (Система земледелия в хозяйстве. Система ведения сельского хозяйства Германии, Органическое земледелие в степных зонах страны). Учебные коллекции породообразующих минералов, минералов-агроруд, почвообразующих горных пород и почв.
Самостоятельные работы	Учебная аудитория 18 – помещение для самостоятельной работы.