

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:

ФИО: Шитикова Александра Васильевна

Должность: И.о. директора института агробиотехнологии

Дата подписания: 14.11.2025 16:05:14

Уникальный программный ключ:
fcd01ecb1fdf76898cc511245a412c3f716ce658



МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ –
МСХА имени К.А. ТИМИРЯЗЕВА»
(ФГБОУ ВО РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева)

Институт Агробиотехнологии
Кафедра генетики, селекции и семеноводства



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ Б1.В.05 ГЕНОМНАЯ СЕЛЕКЦИЯ

для подготовки магистров

ФГОС ВО

Направление: 35.04.04 - Агрономия

Направленность: Генетические технологии в селекции растений

Курсы 1

Семестры 2

Форма обучения очная

Год начала подготовки 2025

Москва, 2025

Разработчики:

Вертикова Е.А., д.с.-х. н., профессор

Вертикова Е.А. 2025 г.
(подпись)

Симагина А.С., ассистент

Симагина А.С. 2025 г.
(подпись)

Симагин А.Д., ассистент

Симагин А.Д. 2025 г.
(подпись)

Рецензент:

Моисеенко К.В., кандидат биологических наук, доцент кафедры биотехнологии
РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева Моисеенко К.В. 2025 г.
(подпись)

Программа составлена в соответствии с профессиональным стандартом,
требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 35.04.04 «Агрономия» и
учебным планом.

Программа обсуждена на заседании кафедры генетики, селекции и
семеноводства протокол № 8 от 25 июня 2025 г.

Заведующая кафедрой генетики, селекции и семеноводства

Вертикова Е.А., д.с-х.н., профессор Вертикова Е.А. 2025 г.
(подпись)

Согласовано:

Председатель учебно-методической комиссии
института агробиотехнологии

Шитикова А.В., доктор с.-х. наук, профессор Шитикова А.В. 2025 г.
(подпись)

Заведующая выпускающей кафедрой генетики, селекции и семеноводства

Вертикова Е.А., д.с-х.н., профессор Вертикова Е.А. 2025 г.
(подпись)

Зав. отделом комплектования ЦНБ

Зав. отделом комплектования ЦНБ

Ерикова Я.В.

СОДЕРЖАНИЕ

<u>Аннотация</u>	4
<u>1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ</u>	
<u>2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ</u>	5
<u>3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ</u>	5
<u>4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ</u>	5
4.1 <u>РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЁМКОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ РАБОТ ПО СЕМЕСТРАМ</u> <small>Ошибка! Закладка не определена.</small>	
4.2 <u>СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ</u>	1010
4.3 <u>ЛЕКЦИИ / ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ</u>	11
<u>5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ</u>	13
<u>6. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ</u>	14
6.1. <u>Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности</u>	14
6.2. <u>Описание показателей и критерии контроля успеваемости, описание шкал оценивания</u>	16
<u>7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ</u>	16
7.1 <u>Основная литература</u>	
7.2 <u>Дополнительная литература</u>	
<u>8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)</u>	16
<u>9. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ</u>	17
<u>10. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ</u>	18
<u>11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ СТУДЕНТАМ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ</u>	18
<u>Виды и формы отработки пропущенных занятий</u>	19
<u>12. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯМ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ</u>	19

АННОТАЦИЯ

рабочей программы учебной дисциплины Б.1.В.05 «Геномная селекция» для подготовки магистра по направлению 35.04.04 – «Агрономия» направленность «Генетические технологии в селекции растений»

Цель освоения дисциплины: Целью освоения дисциплины «Геномная селекция» является формирование у студентов способности осуществлять сбор, обработку, анализ и систематизацию научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта в области агрономии, т.е. демонстрировать способность изучать современную научную информацию по тематике исследований и применять современные технологии для проведения научных исследований в области селекции и семеноводства; способности подготовить заключения о целесообразности внедрения в производство исследованных приемов, сортов и гибридов сельскохозяйственных культур на основе анализа опытных данных, т.е. демонстрировать способность к обобщению и статистической обработке результатов опытов, формулированию выводов о селекционной значимости сорта или гибрида и готовность оценить использование нового сорта или гибрида в селекционном процессе; способности разработать систему мероприятий по управлению качеством и безопасностью растениеводческой продукции, т.е. планировать мероприятия на основе методологических приёмов для селекции и внедрения новых сортов и гибридов сельскохозяйственных культур.

Дисциплина «Геномная селекция» призвана обучить студента принципам современных методов в области генетических технологий и статистики в применении их к практическому решению актуальных задач современного агропромышленного комплекса; дать студенту знания в сфере достижений геномной селекции в решении проблем растениеводства, селекции, семеноводства, защиты растений, животноводства.

Место дисциплины в учебном плане: дисциплина включена в блок дисциплин части, формируемой участниками образовательных отношений Учебного плана по направлению подготовки 35.04.04 «Агрономия», профессиональный модуль по направленности «Генетические технологии в селекции растений».

Требования к результатам освоения дисциплины: в результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции (индикаторы): УК-1.2, ПКос-2.1, ПКос-2.2, ПКос-2.3, ПКос-5.1, ПКос-5.2, ПКос-7.1, ПКос-7.2.

Краткое содержание дисциплины: дисциплина «Геномная селекция» призвана обучить студента принципам геномной селекции, познакомить студента с современными подходами и методами используемыми при геномной селекции в решении актуальных задач науки и производства. Кроме того, значительную часть курса занимает знакомство студентов с возможными проблемами при ведении геномной селекции и поиск путей их решения. Дисциплина «Геномная селекция» имеет теоретическую и практико-ориентированную направленность. Материал иллюстрирован примерами методов генетического редактирования и их применения в решении проблем селекции, защиты растений, животноводства и ветеринарии, экологии и биобезопасности.

Общая трудоемкость дисциплины/в т.ч. практическая подготовка: 72 часа (2 зач. ед.).

Промежуточный контроль: экзамен.

1. Цель освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Геномная селекция» является формирование у студентов способности осуществлять сбор, обработку, анализ и систематизацию научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта в области агрономии, а именно в области генетики, селекции и семеноводства т.е. демонстрировать способность изучать современную научную информацию по тематике исследований и применять современные технологии для проведения научных исследований в области селекции и семеноводства; способности подготовить заключения о целесообразности внедрения в производство исследованных приемов, на основе анализа литературных источников, научных статей и опытных данных, т.е. демонстрировать способность к обобщению и статистической обработке результатов опытов, формулированию выводов о селекционной значимости сорта или гибрида и готовность оценить использование нового сорта или гибрида в селекционном процессе; способности разработать систему мероприятий по управлению качеством и безопасностью растениеводческой продукции.

Дисциплина «Геномная селекция» призвана обучить студента принципам применения современных генетических технологий, методов молекулярной биологии и математической статистики в применении их к практическому решению актуальных задач современного агропромышленного комплекса; дать студенту знания в сфере достижений генетического маркирования в решении проблем растениеводства, селекции, защиты растений.

2. Место дисциплины в учебном процессе

Дисциплина «Геномная селекция» включена в блок дисциплин части, формируемой участниками образовательных отношений Учебного плана по направлению подготовки 35.04.04 – «Агрономия», профессиональный модуль по направленности «Генетические технологии в селекции растений». Дисциплина «Геномная селекция» реализуется в соответствии с требованиями ФГОС и Учебного плана по направлению 35.04.04. «Агрономия».

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Геномная селекция» являются дисциплины магистратуры по направлению 35.04.04 Агрономия направленности «Генетические технологии в селекции растений»: «Частная селекция и генетика» – 1 сем., «Моделирование в агрономии» – 1 сем.

Дисциплина «Геномная селекция» может быть использована для научно-исследовательской работы, выполнения и защиты выпускной квалификационной работы.

Особенностью дисциплины является последовательное изучение принципов генетического редактирования к решению задач современного народного хозяйства: основным методам, возможностям их применения и конкретным достижениям. Дисциплина является наукоемкой и комплексной, требующей знаний основ генетики, сельскохозяйственной биотехнологии, селекции.

Рабочая программа дисциплины «Геномная селекция» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся компетенций, представленных в таблице 1.

Таблица 1

Требования к результатам освоения учебной дисциплины

№ п/ п	Код компетен- ции	Содержание компетенции (или её части)	Индикаторы компетенций	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
				знать	уметь	владеть
1	УК-1	Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	УК-1.2 Осуществляет поиск вариантов решения поставленной проблемной ситуации на основе доступных источников информации	Основы компьютерных технологий для получения информации о современных тенденциях в области Геномной селекции, статистики и создание баз данных, в т.ч. с помощью программных продуктов Excel, Word, Power Point, Pictochart и др.	Самостоятельно приобретать научные данные, касающиеся геномной селекции посредством электронных ресурсов, официальных сайтов.	Информационными технологиями для их практического применения в области Геномной селекции (продуктов Excel, Word, Power Point, Pictochart и др. В том числе с применением современных цифровых инструментов (Google Jamboard, Miro, Kahoot))
2	ПКос-2	Способен разрабатывать методики проведения экспериментов, осваивать новые методы исследования	ПКос-2.1 Осуществляет подбор сортов сельскохозяйственных культур для конкретных условий региона и уровня земледелия	Определять селекционную ценность сортов и гибридов с помощью методов геномной селекции, проводить статистическую обработку полученных данных, в т.ч. с помощью программных продуктов Excel, Word, Power Point, Pictochart и др.	Применять методы генетического редактирования в лабораторных исследованиях и селекционном процессе.	Современными методами геномной селекции, статистическими методами обработки данных, полученных методами генетического маркирования с помощью программных продуктов Excel, Word, Power Point, Pictochart и др.

№ п/п	Код компетен- ции	Содержание компетенции (или её части)	Индикаторы компетенций	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
				знать	уметь	владеть
			ПКос-2.2 Демонстрирует способность составлять схемы селекционного процесса различных сельскохозяйственных культур	Основные генетические аномалии (обозначение, наименование, фенотипическое проявление, тип наследования), диагностику и учет наследственных нарушений.	Подбирать адекватные методы в зависимости от типа и уровня сложности задачи	Навыками планирования экспериментов с использованием генетических технологий
			ПКос-2.3 Применяет разнообразные методологические подходы к моделированию в селекции сортов и гибридов сельскохозяйственных культур	Основные особенности влияния на растительные организмы природных, социально-хозяйственных, генетических и экономических факторов.	Учитывать влияние на растительные организмы природных, социально-хозяйственных, генетических и экономических факторов.	Навыками анализа влияния на растительные организмы природных, социально-хозяйственных, генетических и экономических факторов.
3	ПКос-5	Способен осуществлять подготовку научно-технических отчетов, обзоров и научных публикаций по результатам выполненных исследований	ПКос-5.1 Демонстрирует способность понимать сущность современных проблем агрономии, научно-техническую политику в области селекции и семеноводства	Методы геномной селекции для самостоятельной организации системы мероприятий по управлению качеством и безопасностью растениеводческой продукции	Самостоятельно организовать и провести системы мероприятия по управлению качеством и безопасностью растениеводческой продукции с использованием методов геномной селекции	Методами геномной селекции для самостоятельной организации системы мероприятий по управлению качеством и безопасностью растениеводческой продукции
			ПКос-5.2 Применяет современные методы научных исследований в	Видовые особенности строение кариотипа сельскохозяйственных	Устанавливать тип взаимодействия генов у различных	Основными методиками подбора хозяйствственно-ценных

№ п/п	Код компетен- ции	Содержание компетенции (или её части)	Индикаторы компетенций	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
				знать	уметь	владеть
			селекции согласно утвержденным планам и методикам	культур; хромосомные мутации с.-х. культур и их взаимосвязь с нарушением продуктивности и другими признаками.	сельскохозяйственных культур, определяющих проявление признака; определять тип наследования признаков, частоту аллелей и маркирующего гена в популяциях.	генотипов сельскохозяйственных культур по ДНК маркерам.
4	ПКос-7	Способен подготовить заключения о целесообразности внедрения в производство исследованных приемов, сортов и гибридов сельскохозяйственных культур на основе анализа опытных данных	ПКос-7.1 Демонстрирует способность к обобщению и статистической обработке результатов опытов, формулированию выводов о селекционной значимости сорта или гибрида	Материально-технические и трудовые ресурсы, необходимые для проведения научно-хозяйственных (производственных) и физиологических опытов в области геномной селекции в соответствии с программой исследований	Определять материально-технические и трудовые ресурсы, необходимые для проведения научно-хозяйственных (производственных) и физиологических опытов в области геномной селекции в соответствии с программой исследований	Навыками определения материально-технические и трудовые ресурсы, необходимые для проведения научно-хозяйственных (производственных) и физиологических опытов в области геномной селекции в соответствии с программой исследований.
			ПКос-7.2 Готовность оценить внедрение новых сортов и гибридов сельскохозяйственных культур в производство	Методы математической статистики, общие и специальные программные обеспечения при обработке результатов производственных данных при внедрении новых сортов и гибридов	Пользоваться методами математической статистики, общим и специальным программным обеспечением при обработке результатов производственных	Навыками применения методов математической статистики, общим и специальным программным обеспечением при обработке

№ п/п	Код компетен- ции	Содержание компетенции (или её части)	Индикаторы компетенций	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
				знать	уметь	владеть
				сельскохозяйственных культур в производство.	испытаний новых сортов и гибридов сельскохозяйственных культур	результатов производственных испытаний новых сортов и гибридов сельскохозяйственных культур

4. Структура и содержание дисциплины

4.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 2 зачетные единицы (72 часа), их распределение по видам работ представлено в таблице 2.

Таблица 2

Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Вид учебной деятельности	Трудоемкость		
	Час.	В т.ч. По	Всего/* семестрам № 2
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану		72	72
1. Контактная работа:			
Аудиторная работа	26	26	
Лекции (Л)	12	12	
Практические занятия (ПЗ)	12	12	
Консультация перед экзаменом	2	2	
Контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	-	-	
2. Самостоятельная работа (СРС)	46	46	
<i>Самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к практическим занятиям и т.д.)</i>	19	19	
Подготовка к экзамену (контроль)	27	27	
Вид промежуточного контроля:			Экзамен

4.2 Содержание дисциплины

Таблица 3

Тематический план учебной дисциплины

Наименование разделов и тем дисциплин (укрупнённо)	Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа СР
		Л	ПЗ/С	ПКР	
Тема 1 Исторические аспекты в развитии геномной селекции.	14	2	2	-	4
Тема 2. Изменчивость наследственного материала и ее роль в практической селекции	14	2	2	-	5
Тема 3 Основы генной инженерии	21	4	4		5
Тема 4 Редактирование генома. Методы, системы, инструментарий.	21	4	4		5
консультации перед экзаменом	2	-	-	2	-
подготовка к экзамену	27	-	-	-	27
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	-	-	-	-	-
Всего за 2 семестр	72	12	12	2,4	46
Итого по дисциплине	72	12	12	2,4	46

Тема 1 - Исторические аспекты в развитии геномной селекции

1. История возникновения геномной селекции
2. Перспективы использования геномной селекции
3. Риски, связанные с внедрением методов геномного редактирования в селекционную практику.

Тема 2. Изменчивость наследственного материала и ее роль в практической селекции

1. Общие представления и классификация изменчивости
2. Модификационная изменчивость в системе «генотип-среда»
3. Норма реакции генотипа
4. Мутационная теория изменчивости
5. Классификация мутаций
6. Материальные основы мутаций
7. Экспериментальный мутагенез
8. Эффективность индуцируемого мутагенеза в практической селекции

Тема 3. Основы генной инженерии

1. Понятие о генной инженерии и её теоретические основы
2. Генная инженерия и классическая селекция
3. Механизм рекомбинации между молекулами ДНК разных видов
4. Введение новой генетической информации в клетки
5. Методические основы получения рекомбинантных ДНК
6. Модульная структура плазмид
7. Эукариотические системы «хозяин-вектор»
8. Некоторые теоретические и практические результаты генной инженерии и трансгенной селекции
9. Ограничения и опасности генетической инженерии

Тема 4 Редактирование генома. Методы, системы, инструментарий

- 1.Методы редактирования генома растений
- 2.Особенности использования TALEN для модификации геномов растений
3. Векторы для экспрессии TALEN в растительных клетках
4. Возможности применения TALEN для модификации геномов высших растений
5. Стабильная трансформация растительных клеток генами, кодирующими компоненты системы CRISPR/Cas9
6. Транзиентная экспрессия компонентов CRISPR/Cas в растительной клетке
7. Мультиплексное редактирование
8. Оценка эффективности и специфичности редактирования

4.3 Лекции / практические занятия

Таблица 4

Содержание лекций /практических занятий и контрольные мероприятия

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/практических (семинарских) занятий	Формируемые компетенции (индикаторы)	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов из них практическая подготовка
1.	Тема 1. Исторические аспекты в развитии геномной селекции	Лекция №1 История создания и применения геномной селекции		-	2
		Практическое занятие №1 Основные этапы развития геномной селекции		Анализ конкретных ситуаций, мозговой штурм	2
2.	Тема 2. Изменчивость наследственного материала и ее роль в практической селекции	Лекция №2 Изменчивость растений	УК-1.2, ПКос-2.1, ПКос-2.2, ПКос-2.3, ПКос-5.1, ПКос-5.2, ПКос-7.1, ПКос-7.2.	-	2
		Практическое занятие №2 Мутационная изменчивость. Эффективность индуцированного мутагенеза в практической селекции растений		Анализ конкретных ситуаций, мозговой штурм	2
3.	Тема 3. Основы генной инженерии	Лекция №3 Понятие о генной инженерии и её теоретические основы		-	2
		Практическое занятие №3 Генная инженерия и классическая селекция		-	2
		Лекция №4 Генетические основы трансгенной селекции		-	2
		Практическое занятие №4 Теоретические и практические результаты генной инженерии и трансгенной селекции		Доклад с презентацией	2
4.	Тема 4. Редактирование генома. Методы, системы, инструментарий	Лекция №5 Методы редактирования генома растений		Анализ конкретных ситуаций, мозговой штурм	2
		Практическое занятие №5 Применение системы TALEN для модификации геномов высших растений			2

	Лекция №6 CRISPR/CAS для селекции и доместикации растений.		-	2
	Практическое занятие №6 Генетический инструментарий CRISPR/CAS9 для эффективного редактирования генома растений			2

Таблица 5

Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины

№ п/п	Название раздела, темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
1	Тема 1. Исторические аспекты в развитии геномной селекции	История создания и применения геномной селекции. Перспективы использования геномной селекции Риски, связанные с внедрением методов геномного редактирования в селекционную практику. (УК-1.2, ПКос-2.1, ПКос-2.2, ПКос-2.3, ПКос-5.1, ПКос-5.2, ПКос-7.1, ПКос-7.2.)
2	Тема 2. Изменчивость наследственного материала и ее роль в практической селекции	Понятие о мутациях и вызывающих их факторах. Сущность мутационной теории Г. Фриза. Основные типы мутаций. Характеристика генеративных и соматических мутаций. Генные и хромосомные мутации. Фенотипические проявления мутаций. Молекулярные основы генных мутаций. Хромосомные и межхромосомные перестройки. Экспериментальный мутагенез. Использование мутагенеза в селекции. (УК-1.2, ПКос-2.1, ПКос-2.2, ПКос-2.3, ПКос-5.1, ПКос-5.2, ПКос-7.1, ПКос-7.2.).
3	Тема 3. Основы генной инженерии	Понятие о генной инженерии и трансгенной селекции. Получение молекул ДНК с липкими концами с использованием рестриктаз. Введение новой генетической информации в клетки. Механизм рекомбинации между молекулами ДНК. Генная инженерия и классическая селекция. Эукариотические системы “хозяин-вектор”. Использование переключателей в трансгенной селекции. (УК-1.2, ПКос-2.1, ПКос-2.2, ПКос-2.3, ПКос-5.1, ПКос-5.2, ПКос-7.1, ПКос-7.2.).
4	Тема 4. Редактирование генома. Методы, системы, инструментарий	Векторы и репликоны для биоинженерии растений. Что понимают под термином “редактирование генома”. Векторы, использующиеся при генной инженерии у высших растений. Методы обеспечения эффективной экспрессии клонированных генов. (УК-1.2, ПКос-2.1, ПКос-2.2, ПКос-2.3, ПКос-5.1, ПКос-5.2, ПКос-7.1, ПКос-7.2.)

5. Образовательные технологии

Таблица 6

Применение активных и интерактивных образовательных технологий

№ п/п	Тема и форма занятия		Наименование используемых и интерактивных образовательных технологий (форм обучения)
1.	Риски, связанные с внедрением методов геномного редактирования в селекционную практику.	ПЗ	Анализ конкретных ситуаций, мозговой штурм.
2.	Использование мутагенеза в селекции.	ПЗ	Анализ конкретных ситуаций, мозговой штурм.
3.	Теоретические и практические результаты генной инженерии и трансгенной селекции.	ПЗ	Доклад с презентацией.
4.	Методы редактирования генома растений.	Л	Анализ конкретных ситуаций, мозговой штурм.

6. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины

6.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности

Примерные вопросы к устному опросу

- 1) Опишите механизм рекомбинации между молекулами ДНК.
- 2) Какие векторы для экспрессии TALEN в растительных клетках вы знаете?
- 3) Проведите сравнительную характеристику генетического редактирования и генетической модификации.
- 4) Опишите методы, применяемые в генной инженерии и трансгенной селекции.
- 5) Проведите оценку эффективности и специфичности редактирования.
- 6) Опишите и сравните методы применяемые для трансформации растительных клеток.

Перечень вопросов, выносимых на промежуточную аттестацию (экзамен)

- 1) Что такое наследственная и ненаследственная изменчивость организмов?
- 2) Изменчивость в онтогенезе и филогенезе.
- 3) В чем заключается сущность биогенетического закона?
- 4) Индивидуальная и групповая изменчивость.
- 5) В чем заключается генетическая сущность потенциальной и реализованной изменчивости?
- 6) Изменчивость комбинационная и рекомбинационная.
- 7) Изменчивость адаптивная и коррелятивная.
- 8) Какое значение имеет изменчивость в эволюции и практической деятельности человека?
- 9) Что такое модификационная изменчивость?
- 10) Какое влияние оказывают условия внешней среды на генотип и фенотип?
- 11) Значение модификаций в формировании урожая и качества продукции.
- 12) Понятие о мутациях и вызывающих их факторах
- 13) В чем сущность мутационной теории Г.Фриза
- 14) Назовите основные типы мутаций.
- 15) Дайте характеристику генеративным и соматическим мутациям.
- 16) Фенотипические проявления мутаций.
- 17) Мутации генные и хромосомные.
- 18) Молекулярные основы генных мутаций

- 19) Есть ли разница между рекомбинационной изменчивостью и мутагенезом?
- 20) Хромосомные и межхромосомные перестройки.
- 21) Понятие о генной инженерии и трансгенной селекции.
- 22) Получение молекул ДНК с липкими концами с использованием рестриктаз.
- 23) Введение новой генетической информации в клетки.
- 24) Механизм рекомбинации между молекулами ДНК.
- 25) Генная инженерия и классическая селекция.
- 26) Эукариотические системы «хозяин-вектор»
- 27) Использование переключателей генов в трансгенной селекции.
- 28) Особенности использования TALEN для модификации геномов растений.
- 29) Общая схема подхода по использованию TALEN для модификации геномов растений.
- 30) Способы доставки ДНК в растительные клетки.
- 31) Векторы для экспрессии TALEN в растительных клетках.
- 32) Трансформация с помощью агробактерий
- 33) Примеры векторов, использованных для модификации геномов растений с помощью TALEN
- 34) Трансформация протопластов растений .
- 35) Биобаллистика
- 36) Возможности применения TALEN для модификации геномов высших растений
- 37) Примеры генов растений, модифицированных с помощью системы TALEN
- 38) Нокаут генов
- 39) Замена последовательностей генома
- 40) Регуляция экспрессии генов
- 41) Работы компании Calyxt
- 42) Фундаментальные научные работы, использующие систему TALEN для модификации геномов растений
- 43) Последовательность sgRNA.
- 44) Нуклеазы Cas
- 45) Донорная ДНК.
- 46) Стабильная трансформация растительных клеток генами, кодирующими компоненты системы CRISPR/Cas9.
- 47) Транзиентная экспрессия компонентов CRISPR/Cas в растительной клетке.
- 48) Мультиплексное редактирование.
- 49) Оценка эффективности и специфичности редактирования.
- 50) Методы оценки эффективности редактирования.
- 51) Методы оценки специфичности редактирования.
- 52) Модификация генов сельскохозяйственных растений с помощью системы CRISPR/Cas.
- 53) Изменение свойств растений с помощью нокаута генов.
- 54) Замена аллельных вариантов селекционно значимых генов.
- 55) Методы получения нетрансгенных модифицированных растений и эффективность мутагенеза.
- 56) Что препятствует широкому внедрению методов геномного редактирования в селекционную практику?
- 57) Доместикация растений *de novo* с использованием системы CRISPR/Cas.
- 58) Гены доместикации.
- 59) Стратегия доместикации *de novo*.
- 60) Трансформация растительных клеток.
- 61) Физические методы трансформации.
- 62) Агробактериальная трансформация.
- 63) Стабильная трансформация ядерного генома. Трансгенные растения.
- 64) Транзиентная экспрессия.
- 65) Агроинфилтрация.

- 66) Векторы на основе растительных вирусов.
- 67) Экспрессионные системы на основе растительных вирусов.
- 68) Системы вирус-индуцированного генетического сайленсинга (VIGS).
- 69) Трансформация пластид.
- 70) Векторы и методы трансформации пластид. Транспластомные растения.
- 71) Транспластомные растения.
- 72) Векторы для редактирования геномов.
- 73) Перспективы геномной селекции.

6.2. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

Во 2 семестре предусмотрен промежуточный контроль по дисциплине «Геномная селекция» в виде экзамена.

Критерии оценивания результатов обучения

Таблица 6

Оценка	Критерии оценивания
Высокий уровень «5» (отлично)	оценку « отлично » заслуживает студент, освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; выполнивший все задания, предусмотренные учебным планом на высоком качественном уровне; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы.
Средний уровень «4» (хорошо)	оценку « хорошо » заслуживает студент, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не оценены максимальным числом баллов, в основном сформировал практические навыки.
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)	оценку « удовлетворительно » заслуживает студент, частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, многие учебные задания либо не выполнил, либо они оценены числом баллов близким к минимальному, некоторые практические навыки не сформированы.
Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)	оценку « неудовлетворительно » заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы.

Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1 Основная литература

1. Карманова, Е. П. Практикум по генетике : учебное пособие для вузов / Е. П. Карманова, А. Е. Болгов, В. И. Митютько. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 228 с. — ISBN 978-5-8114-7823-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/166343>
2. Биотехнология растений : учебник и практикум для вузов / Л. В. Назаренко, Ю. И. Долгих, Н. В. Загоскина, Г. Н. Ралдугина. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 161 с. — (Высшее образование). —

ISBN 978-5-534-05619-8. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/471466>

7.2 Дополнительная литература

1. Генетика : учебник для вузов / Н. М. Макрушин, Ю. В. Плугатарь, Е. М. Макрушина [и др.] ; под редакцией д. с.-х. н. [и др.]. — 3-е изд., перераб. и доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 432 с. — ISBN 978-5-8114-8097-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/177828>
2. Коничев, А. С. Молекулярная биология : учебник для вузов / А. С. Коничев, Г. А. Севастьянова, И. Л. Цветков. — 5-е изд. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 422 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-13468-1. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/459165>
3. Молекулярная биология. Практикум : учебное пособие для вузов / А. С. Коничев [и др.] ; под редакцией А. С. Коничева. — 2-е изд. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 169 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-12544-3. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/475012>
4. Щелкунов С. Н. Генетическая инженерия. — Новосибирск: Сиб. унив. изд-во, 2004 – 496 с.

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

1. www.genetika.ru Журнал «Биотехнология»
2. www.ippras.ru Журнал «Физиология растений»
3. www.agrobiology.ru Журнал «Сельскохозяйственная биология»
4. www.cnshb.ru Библиотека ВАСХНИЛ
5. [https://biomolecula.ru](http://biomolecula.ru)
6. [https://elementy.ru](http://elementy.ru)
7. <http://plantgen.com/> – Кафедра генетики и биотехнологии
8. <http://www.mcx.ru/> - Министерство сельского хозяйства РФ
9. <http://bio-x.ru/> - Интернет-портал по биотехнологии
10. <http://molbiol.ru> – Интернет-портал по классической и молекулярной биологии

9. Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

1. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/> - National Center for Biotechnology Information
2. http://www.rusbiotech.ru/data_base/ - База данных Русбиотех
3. <http://www.biotechnologie.de/> - Германская информационная платформа по биотехнологии
4. <http://bio-m.org/> Германский биотехнологический кластер BioM

5. <http://molbio.ru> – База данных по аллелям полиморфных локусов ДНК

10. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Таблица 10

Сведения об обеспеченности специализированными аудиториями, кабинетами, лабораториями

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы (№ учебного корпуса, № аудитории)	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1	2
Лекционная аудитория, оборудованная для проведения интерактивных лекций (37 учебный корпус, аудитория № 212)	Стул со столиком 30 шт Стулья с металлическими ножками -16 шт Столы 16 шт Мониторы 16 шт Наушники 16 Блок 16 шт Шкаф 1 шт Кондиционер 1 шт Интерактивная компьютерная доска Lumen- 1 шт
Учебные аудитории для проведения семинаров (37 учебный корпус, аудитория № 211)	Стул со столиком – 30 шт Стул – 3 шт Стол с тумбочкой SovLab - 2 шт Стол – 1 шт Холодильник атлант – 1 шт Доска магнитная – 1 шт Мойка – 1 шт Микроволновая печь – 1 шт
Помещение для самостоятельной работы (37 учебный корпус, аудитория № 211)	Стул со столиком – 30 шт Стул – 3 шт Стол с тумбочкой SovLab - 2 шт Стол – 1 шт Холодильник атлант – 1 шт Доска магнитная – 1 шт Мойка – 1 шт Микроволновая печь – 1 шт
Центральная научная библиотека	Читальный зал
Общежитие	Комната для самоподготовки

11. Методические рекомендации студентам по освоению дисциплины

Самостоятельная работа студентов над курсом «Генетические маркеры» заключается в систематической работе с интернет-ресурсами и конспектом лекций, подготовке к семинарам. Все сложные вопросы по теории и практике разбираются на семинарских занятиях. Для плохо успевающих студентов необходимо организовывать консультации.

Виды и формы отработки пропущенных занятий

Студент, пропустивший занятия по уважительной причине (подтверждается документально) отрабатывает занятие один раз в виде написания контрольной работы на отработке по графику кафедры, которая проверяется его преподавателем.

Пропущенную лекцию студент может отработать после оформления им рукописного реферата, по теме которого впоследствии проходит собеседование с основным лектором курса.

12. Методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине

В процессе слушания лекций необходимо создавать резерв времени для студентов. Неумение слушать лекции приводит к тому, что у студента создаются «авральные» периоды умственного труда, особенно перед экзаменом. Студенту надо учиться думать над конспектами уже на лекции и работать над записями ежедневно хотя бы в течение двух часов. Рекомендуется делить конспект на две рубрики: в первую записывать кратко изложение лекции, во вторую – то, над чем надо подумать; сюда нужно заносить узловые, главные вопросы.

1. Студенту необходимо ежедневно читать учебную или научную литературу по изучаемой дисциплине. Читать внимательно и вдумчиво ежедневно 10–15 страниц научной и научно-популярной литературы.
2. Студенту необходимо умело найти по главным научным проблемам фундаментальные книги, научные труды, а также первоисточники.
3. Необходимо создавать себе внутренние стимулы, которые направлены на достижение поставленной цели. Самое интересное всегда желательно оставлять на конец работы.
4. Для каждой работы студенту необходимо искать наиболее рациональные приёмы умственного труда, избегать трафарета и шаблона. Необходимо находить время на то, чтобы глубоко осмыслить сущность фактов, явлений, закономерностей, с которыми имеет дело. Чем глубже студент вдумывается, тем прочнее у него остается в памяти новый материал. Студент не должен стараться запомнить – это будет напрасная трата времени.

Программу разработал (и):

Вертикова Е.А., д.с.-х. н., профессор

Симагина А.С., ассистент

Симагин А.Д., ассистент

*Ф.И.О. «25» июня 2025 г.
(подпись)*
*«25» июня 2025 г.
(подпись)*
*«25» июня 2025 г.
(подпись)*

РЕЦЕНЗИЯ

**на рабочую программу дисциплины Б1.В.05 «Геномная селекция»
ОПОП ВО по направлению 35.04.04 – «Агрономия», направленность «Генетические
технологии в селекции растений» (квалификация выпускника – магистр)**

Моисеенко Константином Валерьевичем, кандидатом биологических наук, доцентом кафедры биотехнологии РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева (далее по тексту рецензент), проведена рецензия рабочей программы дисциплины «Геномная селекция» ОПОП ВО по направлению 35.04.04 – «Агрономия», направленность «Генетические технологии в селекции растений» (магистратура), разработанной в ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», на кафедре генетики, селекции и семеноводства (разработчики – Вертикова Е.А., доктор с.-х. наук, и.о. зав. кафедрой, Симагина А.С., ассистент, Симагин А.Д., ассистент). Рассмотрев представленные на рецензию материалы, рецензент пришел к следующим выводам:

1. Предъявленная рабочая программа дисциплины «Геномная селекция» (далее по тексту Программа) соответствует требованиям ФГОС ВО по направлению 35.04.04 – «Агрономия». Программа содержит все основные разделы, соответствует требованиям к нормативно-методическим документам.
2. Представленная в Программе актуальность учебной дисциплины в рамках реализации ОПОП ВО не подлежит сомнению – дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений.
3. Представленные в Программе цели дисциплины соответствуют требованиям ФГОС ВО направления 35.04.04 Агрономия.
4. В соответствии с Программой за дисциплиной «Геномная селекция» закреплено 8 компетенций. Дисциплина «Геномная селекция» и представленная Программа способна реализовать их в объявленных требованиях.
5. **Результаты обучения**, представленные в Программе в категориях знать, уметь, владеть соответствуют специфике и содержанию дисциплины и демонстрируют возможность получения заявленных результатов.
6. Общая трудоёмкость дисциплины «Геномная селекция» составляет 72 часа (2 зачётные единицы).
7. Информация о взаимосвязи изучаемых дисциплин и вопросам исключения дублирования в содержании дисциплин соответствует действительности. Дисциплина «Геномная селекция» взаимосвязана с другими дисциплинами ОПОП ВО и Учебного плана по направлению 35.04.04 – Агрономия и возможность дублирования в содержании отсутствует.
8. Представленная Программа предполагает использование современных образовательных технологий, используемые при реализации различных видов учебной работы. Формы образовательных технологий соответствуют специфике дисциплины.
9. Программа дисциплины «Геномная селекция» предполагает занятия в интерактивной форме.
10. Виды, содержание и трудоёмкость самостоятельной работы студентов, представленные в Программе, соответствуют требованиям к подготовке выпускников, содержащимся во ФГОС ВО направления 35.04.04 Агрономия.
11. Представленные и описанные в Программе формы *текущей* оценки знаний (опрос, как в форме обсуждения отдельных вопросов, так и выступления и участие в дискуссиях, мозговых штурмах), соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.
- Форма промежуточного контроля знаний студентов, предусмотренная Программой, осуществляется в форме экзамена во 2 семестре, что соответствует статусу дисциплины, как дисциплины вариативной части учебного цикла – Б1.В ФГОС ВО направления 35.04.04 Агрономия.
12. Формы оценки знаний, представленные в Программе, соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

13. Учебно-методическое обеспечение дисциплины представлено: основной литературой – 2 источник (базовый учебник), дополнительной литературой – 4 наименование, Интернет-ресурсы – 10 источников и соответствует требованиям ФГОС ВО направления 35.04.04 Агрономия.

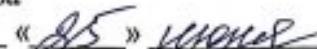
14. Материально-техническое обеспечение дисциплины соответствует специфике дисциплины «Геномная селекция» и обеспечивает использование современных образовательных, в том числе интерактивных методов обучения.

15. Методические рекомендации студентам и методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине дают представление о специфике обучения по дисциплине «Геномная селекция».

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

На основании проведенной рецензии можно сделать заключение, что характер, структура и содержание рабочей программы дисциплины «Геномная селекция» ОПОП ВО по направлению 35.04.04 Агрономия, направленность «Генетические технологии в селекции растений» (квалификация выпускника – магистр), разработчики – Вертикова Е.А., доктор с.-х. наук, и.о. зав. кафедрой, Симагина А.С., ассистент, Симагин А.Д., ассистент, соответствует требованиям ФГОС ВО, современным требованиям экономики, рынка труда и позволит при её реализации успешно обеспечить формирование заявленных компетенций.

Рецензент: Моисеенко Константин Валерьевич, кандидат биологических наук, доцент кафедры биотехнологии РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

 «»  2025г.
(подпись)