

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:

ФИО: Шитикова Александра Васильевна

Должность: И.о. директора института агроинженерии

Дата подписания: 14.01.2025 16:05:14

Уникальный программный ключ:

fcd01ecb1fd76898cd51245ad12c3f716ce658



МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ –

МСХА имени К.А. ТИМИРЯЗЕВА»

(ФГБОУ ВО РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева)

Институт агроинженерии  
Кафедра генетики, селекции и семеноводства

УТВЕРЖДАЮ:  
И.о. директора института  
агроинженерии  
  
Шитикова А.В.  
«25» июня 2025 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
Б1.В.ДВ.02.01 «РЕДАКТИРОВАНИЕ ГЕНОМА»**

для подготовки магистров

ФГОС ВО

Направление: 35.04.04 - Агрономия

Направленность: Генетические технологии в селекции растений

Курс 4

Семестры 3,4

Форма обучения - очная

Год начала подготовки 2025

Москва, 2025

Разработчики:

Вертикова Е.А., д.с.-х. н., профессор

Вертикова «25» июня 2025 г.  
(подпись)

Симагина А.С., ассистент

Симагина «25» июня 2025 г.  
(подпись)

Симагин А.Д., ассистент

Симагин «25» июня 2025 г.  
(подпись)

Вильховой Я.Е., ассистент

Вильховой «25» июня 2025 г.  
(подпись)

Рецензент:

Моисеенко К.В., кандидат биологических наук, доцент кафедры биотехнологии  
РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева Моисеенко «25» 06 2025 г.  
(подпись)

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО,  
профессионального стандарта и учебного плана по направлению подготовки  
35.04.04 – Агрономия

Программа обсуждена на заседании кафедры генетики, селекции и  
семеноводства; протокол № 81 от «25» 06 2025 г.

Зав. кафедрой Вертикова Е.А., доктор сельскохозяйственных наук, профессор

Вертикова «25» июня 2025 г.  
(подпись)

Согласовано:

Председатель учебно-методической

комиссии института агробиотехнологии Шитикова А.В., д.с.-х.н., профессор

Шитикова «25» июня 2025 г.  
(подпись)

Зав. выпускающей кафедрой генетики, селекции и семеноводства

Вертикова Е.А., д. с.-х. наук, профессор Вертикова «25» июня 2025 г.  
(подпись)

Заведующий отделом комплектования ЦНБ

Зен. Дирекция ЦНБ

Ермолова Е.А.  
(подпись)

# СОДЕРЖАНИЕ

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

**АННОТАЦИЯ**  
**рабочей программы учебной дисциплины**  
**Б1.В.ДВ.02.01 «Редактирование генома»**  
**для подготовки магистра по направлению**  
**«Генетические технологии в селекции растений»**

**Цель освоения дисциплины:** освоение студентами теоретических знаний и приобретение практических умений и навыков в области молекулярной генетики; использование приобретенных умений и навыков для исследования генетического аппарата организма, модификации его свойств путем введения измененной (рекомбинантной) ДНК, направленной или случайной модификации собственной ДНК организма и оценки влияния данных изменений на жизнедеятельность клетки; участия в проведении экспериментальных исследований в профессиональной деятельности; обоснования выбора сортов сельскохозяйственных культур; обучение студентов к самостоятельному анализу генома организма, включая а) определение порядка и видов необходимых экспериментальных исследований исходя из природы организма; б) проведения экспериментальных работ в) биоинформационный анализ полученных данных.

**Место дисциплины в учебном плане:** дисциплина включена в дисциплины по выбору учебного плана по направлению подготовки 35.04.04 – Агрономия.

**Требования к результатам освоения дисциплины:** в результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции: УК-1.2; ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-8.2

**Краткое содержание дисциплины:** Освоение дисциплины направлено на ознакомление студентов с современной концепцией биологии. Дисциплина знакомит с работой в области молекулярной генетики, которая подразумевает манипуляцию фрагментами ДНК для исследования генетического аппарата организма, модификации его свойств путем введения измененной (рекомбинантной) ДНК, направленной или случайной модификации собственной ДНК организма и оценки влияния данных изменений на жизнедеятельность клетки. Рассмотрение подходов молекулярной генетики, изучение современных физикохимических и биохимических методов, направленных на выделение геномной, плазмидной, митохондриальной или пластидной ДНК, манипуляций с ней с целью модификации, расшифровки последовательности, ее анализа. Приводятся наиболее распространенные и общепринятые методики, не требующие дорогостоящих или редких реагентов и материалов либо коммерческих наборов реагентов. Каждый метод содержит теоретическое описание и краткую характеристику метода, назначение этого метода, наиболее важные аспекты его практического использования, целевое назначение необходимых реагентов и оборудования, подробное последовательное описание стадий лабораторных операций. В рамках дисциплины закладывается умение критически оценивать как преимущества, так и недостатки рассматриваемых технологий.

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Редактирование генома» являются: «Инновационные технологии в растениеводстве» - 1 сем, «Моделирование в агрономии» - 1 сем, «Частная селекция и генетика» - 1 сем, «Геномная селекция» - 2 сем.

Дисциплина «Редактирование генома» является основополагающей для

написания магистерской диссертации.

**Общая трудоемкость дисциплины/в т.ч. практическая подготовка:**  
216 часов (6 зач.ед.).

**Промежуточный контроль:** зачет в 3 семестре, экзамен в 4 семестре.

### **1. Цель освоения дисциплины**

Целью освоения дисциплины «Редактирование генома» является освоение студентами теоретических и практических знаний и приобретение умений и навыков в области молекулярной генетики.

Освоение дисциплины направлено на ознакомление студентов с современной концепцией биологии, а также на овладение практическими методами анализа генома организма, включая а) определение порядка и видов необходимых экспериментальных исследований исходя из природы организма; б) проведения экспериментальных работ в) биоинформационный анализ полученных данных.

Цель дисциплины соотносится с общими целями основной профессиональной образовательной программы (ОПОП ВО) по направлению 35.04.04 – Агрономия, в рамках которого изучается данная дисциплина.

### **2. Место дисциплины в учебном процессе**

Дисциплина включена в дисциплины по выбору учебного плана по направлению подготовки 35.04.04 – Агрономия. Дисциплина «Редактирование генома» реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОПОП ВО и Учебного плана по направлению 35.04.04 – Агрономия.

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Редактирование генома» являются: «Инновационные технологии в растениеводстве» - 1 сем, «Моделирование в агрономии» - 1 сем, «Частная селекция и генетика» - 1 сем, «Геномная селекция» - 2 сем.

Дисциплина «Редактирование генома» является основополагающей для написания магистерской диссертации.

Особенностью дисциплины является фундаментальный подход к практической реализации целей освоения дисциплины, охватывающий широкий спектр теоретических знаний и практических навыков, а также обширный лабораторный практикум. Дисциплина является наукоемкой и комплексной, требующей знаний ботаники, генетики, анатомии, физиологии, эмбриологии растений.

Рабочая программа дисциплины «Редактирование генома» 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.

#### 4. Структура и содержание дисциплины

##### 4.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 6 зач. ед. (216 часов), их распределение по видам работ семестрам представлено в таблице 2.

Таблица 2

##### Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Вид учебной работы	Трудоёмкость		
	Час. Всего/*	в т.ч.	
		№3	№ 4
<b>Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>216</b>	<b>72</b>	<b>119,4</b>
<b>1. Контактная работа:</b>	<b>50,65</b>	<b>24,25</b>	<b>26,4</b>
<b>Аудиторная работа</b>	<b>50,65</b>	<b>24,25</b>	<b>26,4</b>
<i>в том числе</i>			
лекции (Л)	12	8	4
практические занятия (Пр)	36/8	16/4	20/4
Консультация перед экзаменом	2	-	2
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	0,65	0,25	0,4
<b>2. Самостоятельная работа (СРС)</b>	<b>140,75</b>	<b>47,75</b>	<b>90,6</b>
<i>самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиумам и т.д.)</i>	138,35	38,75	68,4
Подготовка к зачету	9	9	-
Подготовка к экзамену (контроль)	27	-	27
Вид промежуточного контроля:		Зачет	Экзамен

\*в том числе практическая подготовка

Таблица 1

**Требования к результатам освоения учебной дисциплины**

№ п/п	Код компетенции	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	связи во взаимодействии между генотипом, фенотипом и средой	интегрировано применить знания из разных областей генетики и биоинформатики с учетом современных достижений для решения комплексных исследовательских задач	навыками сопоставления и применения знаний из разных областей генетики и биоинформатики с учетом современных достижений для решения комплексных исследовательских задач
2.	ПКос-1	Способен осуществлять сбор, обработку, анализ и систематизацию научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта в области агрономии с использованием цифровых средств и технологий	ПКос-1.1 Демонстрирует способность изучать современную научную информацию по тематике исследований	значение дисциплины для своей будущей практической деятельности	устанавливать взаимосвязь данной дисциплины с другими биологическими дисциплинами, в особенности связанными с проблемами в области генетики растений	навыками организации выведения новых сортов и гибридов сельскохозяйственных культур с применением генетических технологий
			ПКос-1.2 Владеет методами поиска и анализа современных знаний и новых технологий, в том числе с использованием	особенности структурной организации геномов различных организмов (проэукариот, фагов и вирусов) и соответствующие им методы выделения ДНК;	Выделять ДНК из разных организмов, готовить пробы и проводить реакцию ПЦР, очищать ДНК, и анализировать	Методами выделения ДНК, проведения полимеразной цепной реакции, подготовки проб к секвенированию, анализа нуклеотидных последовательностей

			цифровых средств и технологий	современные методы определения нуклеотидных последовательностей, их анализа методами рестрикции, ПЦР, плазмонного поверхностного резонанса	полученные результаты	
3.	ПКос-8	Способен разработать систему мероприятий по управлению качеством и безопасностью растениеводческой продукции	ПКос-8.2 Планирует и проводит научные исследования на основе обобщения мировых достижений с использованием современных методов анализа и технологий	собирать, анализировать и интерпретировать научную литературу по вопросам структурной и функциональной геномики, частным случаям использования геномных баз данных, а также анализа гомологичных последовательностей	свободно ориентироваться в дискуссионных проблемах современной молекулярной генетики	навыками работы с современным оборудованием и программами, используемыми в настоящее время в генетических, молекулярно-биологических и цитологических лабораториях

## 4.2 Содержание дисциплины

Таблица 3

### Тематический план учебной дисциплины

Название дисциплин (укрупнено)	Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа СР
		Л	ПР	ПКР	
Тема 1 «Структурная организация генома»	18,75/1	2	4/1	-	12,75
Тема 2 «Методы выделения геномной ДНК различных организмов»	23/1	4	6/1	-	13
Тема 3 «Электрофоретическое разделение ДНК»	21/2	2	6/2	-	13
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	0,25	-	-	0,25	-
подготовка к зачету	9	-	-	-	9
<b>Всего за 3 семестр</b>	<b>72</b>	<b>8</b>	<b>16/4</b>	<b>0,25</b>	<b>47,75</b>
Тема 4 «Полимеразная цепная реакция, рестрикционный анализ»	24,1/2	1	6/2	-	17,1
Тема 5 «Методы секвенирования. Пробоподготовка»	18,1	1	-	-	17,1
Тема 6 «Специальные методы анализа»	24,1	1	6	-	17,1
Тема 7 «Анализ данных методами геномики и биоинформатики»	26,1/2	1	8/2	-	17,1
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	0,4	-	-	0,4	-
консультация перед экзаменом	2	-	-	2	-
подготовка к экзамену	24,6	-	-	-	24,6
<b>Всего за 4 семестр</b>	<b>216</b>	<b>4</b>	<b>20/4</b>	<b>0,4</b>	<b>93</b>
<b>Итого по дисциплине</b>	<b>216</b>	<b>12</b>	<b>36/8</b>	<b>0,65</b>	<b>140,75</b>

#### **Тема 1. Структурная организация генома.**

Особенности строения генома про- и эукариот, вирусов и фагов. Размеры геномов, способы упаковки ДНК. Некодирующая ДНК. Маркерные участки. Сателлитная ДНК, ДНК повторы. Последовательности ДНК, используемые в качестве маркерных

#### **Тема 2. Методы выделения геномной ДНК различных организмов.**

Принципы выделения ДНК. Методы выделения ДНК из различных организмов - клеточной культуры, бактерий, растений, крови, тканей. Фенол-хлороформная экстракция, смола Chelex, коммерческие наборы для выделения.

#### **Тема 3. Электрофоретическое разделение ДНК.**

Основные принципы разделения ДНК и РНК в агарозном и поликариламидном гелях. Подбор условий и концентрации геля в зависимости от решаемой задачи. Методы окрашивания ДНК. Красители. Методы выделения ДНК из геля.

#### **Тема 4. Полимеразная цепная реакция, Рестрикционный анализ.**

Принцип ПЦР. ПЦР в реальном времени. ПЦР с обратной транскриптазой и получение кДНК. Очистка продуктов ПЦР. Рестрикционный анализ продуктов ПЦР и геномной ДНК. ПЦР в реальном времени. ПЦР с обратной транскриптазой и получение кДНК. Очистка продуктов ПЦР. Рестрикционный анализ продуктов ПЦР и геномной ДНК.

#### **Тема 5. Методы секвенирования.**

Пробоподготовка. Выбор метода секвенирования. Подготовка проб для секвенирования. Требования к чистоте препарата.

#### **Тема 6. Специальные методы анализа.**

Гибридизация по Саузерну, Иммунопреципитация хроматина (ChIP), Плазмонный поверхностный резонанс, DNA Microarray. Иммунопреципитация хроматина (ChIP).

#### **Тема 7. Анализ данных методами геномики и биоинформатики.**

Анализ данных методами геномики и биоинформатики. Выбор метода. Глобальное и локальное выравнивание. Глобальное и локальное выравнивание. Программы BLAST и Clustal Omega.

### **4.3 Лекции, лабораторные занятия**

Таблица 4

#### **Содержание лекций, лабораторного практикума и контрольные мероприятия**

№ п/п	№ раздела	№ и название лекций и лабораторных заний	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол- во часов
1.	Тема 1 «Структурная организация генома»	Лекция № 1 «Структурная организация генома»	УК-1.2; ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-8.2	-	2
		Лабораторная работа № 1 «Последовательности ДНК, используемые в качестве маркерных»		защита лабораторных работ	4/1
2.	Тема 2 «Методы выделения геномной ДНК различных организмов»	Лекция № 2 «Методы выделения геномной ДНК различных организмов»	УК-1.2; ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-8.2	-	4
		Лабораторная работа № 2 «Методы выделения ДНК из различных организмов»		защита лабораторных работ	6/1
3.	Тема 3	Лекция № 3	УК-1.2;	-	2

№ п/п	№ раздела	№ и название лекций и лабораторных занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол- во часов
	«Электрофоретическое разделение ДНК»	«Электрофоретическое разделение ДНК»	ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-8.2		
		Лабораторная работа № 3 «Методы окрашивания ДНК. Красители»		защита лабораторных работ	3/1
		Лабораторная работа № 4 «Методы выделения ДНК из геля»		защита лабораторных работ	3/1
4.	Тема 4 «Полимеразная цепная реакция, Рестрикционный анализ»	Лекция № 4 «Полимеразная цепная реакция, Рестрикционный анализ»	УК-1.2; ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-8.2	-	1
		Лабораторная работа № 5 «ПЦР в реальном времени»		защита лабораторных работ	3/2
		Лабораторная работа № 6 «Рестрикционный анализ продуктов ПЦР и геномной ДНК»		защита лабораторных работ тестирование	3
5.	Тема 5 «Методы секвенирования. Пробоподготовка»	Лекция № 5 «Методы секвенирования. Пробоподготовка»	УК-1.2; ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-8.2	-	0,5
		Лекция № 6 «Подготовка проб для секвенирования. Требования к чистоте препарата»		-	0,5
6.	Тема 6 «Специальные методы анализа»	Лекция № 7 «Специальные методы анализа. Гибридизация по Саузерну, Иммунопреципитация хроматина (ChIP)»	УК-1.2; ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-8.2	-	0,5
		Лекция № 8 «Плазмонный поверхностный резонанс, DNA Microarray»		-	0,5
		Лабораторная работа № 7 «Иммунопреципитация хроматина (ChIP)»		защита лабораторных работ	6

№ п/п	№ раздела	№ и название лекций и лабораторных занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол- во часов
7.	Тема 7 «Анализ данных методами геномики и биоинформатики»	Лекция № 9 «Анализ данных методами геномики и биоинформатики»	УК-1.2; ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-8.2	-	1
		Лабораторная работа № 8 «Глобальное и локальное выравнивание. Программы BLAST и Clustal Omega»		защита лабораторных работ	8/2

Таблица 5

**Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины**

№ п/п	№ раздела и темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
1.	Тема 1 «Структурная организация генома»	Организация генома бактерий. Организация генома человека. Гены. Умеренно- и высокоповторяющиеся последовательности ДНК. Организация генома вирусов (УК-1.2; ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-8.2)
3.	Тема 2 «Методы выделения геномной ДНК различных организмов»	Выделение геномной ДНК из клеток бактерий методом фенолхлороформной экстракции. Выделение плазмидной ДНК из бактериальных клеток. Классический MiniPrep. Быстрое выделение плазмидной ДНК из бактериальных клеток для электрофоретического анализа методом фенол- хлороформной экстракции. Выделение ДНК из клеток (фенольный метод). Выделение ДНК с использованием протеиназы К. (УК-1.2; ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-8.2)
5.	Тема 3 «Электрофоретическое разделение ДНК»	Принцип электрофоретического разделения нуклеиновых кислот. Проведение электрофореза (УК- 1.2; ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-8.2)
6.	Тема 4 «Полимеразная цепная реакция»	Основные понятия метода ПЦР-амплификации. Компоненты ПЦР (УК-1.2; ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос- 8.2)
7.	Тема 5 «Методы секвенирования. Пробоподготовка»	Рестрикционный анализ. ПДРФ-анализ (RFLP - Restriction Fragment Length Polymorphism) метод. ПДРФ семейный генетический анализ сцепления (УК-1.2; ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-8.2)
8.	Тема 6 «Специальные методы анализа»	Принцип секвенирования ДНК по Сэгнеру. Принцип секвенирования ДНК методом химической деградации по Максаму-Гилберту. Пиросеквенирование. Принцип высокопроизводительного пиросеквенирования ДНК. Секвенаторы второго поколения: Illumina (УК-1.2; ПКос- 1.1; ПКос-1.2; ПКос-8.2)
9.	Тема 7 «Специальные методы анализа»	Метод поверхностного-плазмонного резонанса. Гибридизация как высокочувствительный метод

№ п/п	№ раздела и темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
		выявления специфических последовательностей нуклеотидов. ДНК-микроэррэй, микрочип (DNA microarray, microchip) (УК-1.2; ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-8.2)

## 5. Образовательные технологии

Таблица 6

### Применение активных и интерактивных образовательных технологий

№ п/п	Тема и форма занятия	Наименование используемых образовательных технологий	
1.	Лекция №1 «Структурная организация генома»	Л	Лекция-дискуссия
2.	Лабораторная №2 «Методы выделения геномной ДНК различных организмов»	ЛР	Разбор конкретных ситуаций
3.	Лекция №3 «Электрофоретическое разделение ДНК»	Л	Деловая игра
4.	Лабораторная №5 «Полимеразная цепная реакция»	ЛР	Разбор конкретных ситуаций
5.	Лекция №5 «Методы секвенирования. Пробоподготовка»	Л	Мозговой штурм
6.	Лабораторная №7 «Методы секвенирования»	ЛР	Разбор конкретных ситуаций
7.	Лабораторная №8 «Специальные методы анализа»	ЛР	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

#### 6.1.1. Примерные тестовые задания

##### *Тема 1. Структурная организация генома дискуссия, вопросы:*

- Строение геномов бактерий, архей, эукариот, вирусов, фагов.
- Особенности упаковки ДНК.
- Молекулярные маркеры различных геномов.
- ДНК повторы как маркеры.
- Alu локусы. гены 16S и 18S рРНК.

##### *Тема 2. Методы выделения геномной ДНК различных организмов устный опрос, вопросы:*

- Особенности выделения различных видов ДНК и РНК из различных организмов. Общие приемы и подходы. Требования к чистоте препарата.
- Причины низкого выхода и качества очистки.
- Методы очистки ДНК.

4. Фенолхлороформная экстракция.
5. Ферментативные методы.
6. Хроматографические методы.

**Тема 3. Электрофоретическое разделение ДНК устный опрос, вопросы:**

1. Общие принципы электрофоретического разделения нуклеиновых кислот.
2. Разделение в агарозном и полиакриламидном гелях.
3. Пульс-электрофорез.
4. Капиллярный электрофорез.
5. Красители нуклеиновых кислот, назначение, особенности работы.

**Тема 4. Полимеразная цепная реакция, Рестрикционный анализ устный опрос, вопросы:**

1. Полимеразная цепная реакция.
2. ПЦР с обратной транскриптазой.
3. ПЦР в реальном времени.
4. Используемые ферменты и их назначение.
5. Рестриктазы, образование "тупых" и "липких" концов.
6. Значение метилирования ДНК.
7. Использование рестриктаз для картирования ДНК.
8. Рестриктный анализ маркерных последовательностей.

**Тема 5. Методы секвенирования. Пробоподготовка устный опрос, вопросы:**

1. Методы секвенирования: метод Сэнгера.
2. Методы секвенирования: пиросеквенирование.
3. Методы секвенирования: shotgun секвенирование.
4. Методы секвенирования: Illumina секвенирование.
5. Высокопроизводительное секвенирование Ion-Torrent.
6. Подготовка проб для секвенирования.

**Тема 6. Специальные методы анализа устный опрос, вопросы:**

1. Гибридизация по Саузерну.
2. Иммунопреципитация хроматина (ChIP).
3. Плазмонный поверхностный резонанс.
4. DNA Microarray

**Тема 7. Анализ данных методами геномики и биоинформатики, вопросы:**

1. Выравнивание последовательностей.
2. Программа BLAST.
3. Построение филогении, рестрикционной карты, создание контигов после секвенирования.

**6.1.2. Перечень вопросов, выносимых на промежуточную аттестацию (зачет):**

1. Выравнивание последовательностей.
2. Программа BLAST.
3. Построение филогении.
4. Особенности выделения различных видов ДНК и РНК из различных организмов.
5. Методы очистки ДНК.
6. Фенол-хлороформная экстракция.
7. Ферментативные методы.
8. Общие принципы электрофоретического разделения нуклеиновых кислот.
9. Разделение в агарозном геле.
10. Разделение в полиакриламидном геле.
11. Пульс-электрофорез.
12. Капиллярный электрофорез.
13. Красители нуклеиновых кислот, назначение, особенности работы.
14. Полимеразная цепная реакция. Используемые ферменты и их назначение.
15. ПЦР с обратной транскриптазой.
16. ПЦР в реальном времени.
17. 6.1.3. Перечень вопросов, выносимых на промежуточную аттестацию (экзамен):
  18. Рестрикты, образование "тупых" и "липких" концов.
  19. Значение метилирования ДНК.
  20. Использование рестрикта для картирования ДНК.
  21. Рестриктный анализ маркерных последовательностей.
  22. Методы секвенирования: метод Сэнгера.
  23. Методы секвенирования: пиросеквенирование.
  24. Создание контигов после секвенирования
  25. Illumina секвенирование.
  26. Высокопроизводительное секвенирование IonTorrent.
  27. Подготовка проб для секвенирования.
  28. Гибридизация по Саузерну,
  29. Иммунопреципитация хроматина (ChIP),
  30. Плазмонный поверхностный резонанс,
  31. DNA Microarray
  32. Цели биоинформатики.
  33. Сфера применения биоинформатики.
  34. Базы данных и их классификация.
  35. Биологические базы данных – примеры.
  36. Биологические базы данных- способы использования.
  37. Поиск информации в биологических базах данных.
  38. Понятия гомологии, подобия и идентичности биологических последовательностей.
  39. Матрицы весов.
  40. Статистическая значимость выравнивания биологических последовательностей.
  41. Классификация способов поиска в базах данных.

42. Basic Local Alignment Search Tool (BLAST).
43. Формат FASTA.
44. Поиск в базе данных методом Смита-Уотермана.
45. Алгоритмы полного перебора и эвристические алгоритмы.
46. Программы предсказания генов.
47. Предсказание генов в прокариотах.
48. Предсказание генов в эукариотах.
49. Предсказание промоторов и регуляторных элементов в прокариотах.
50. Предсказание промоторов и регуляторных элементов в эукариотах.
51. Молекулярная эволюция и молекулярная филогенетика.
52. Филогения генов vs. филогения видов.
53. Формы представления филогенетических деревьев.
54. Методы построения филогенетических деревьев.
55. Оценка филогенетических деревьев.
56. Филогенетические программы.
57. Уровни организации протеинов.
58. Базы данных структур протеинов.
59. Визуализация структур протеинов.
60. Сравнение структур протеинов.
61. Классификация структур протеинов.
62. Предсказание вторичной структуры глобулярных и трансмембранных протеинов.
63. Предсказание суперспирали.
64. Моделирование гомологии.
65. Предсказание структуры протеина *ab initio*.

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

В 3 семестре предусмотрен промежуточный контроль по дисциплине «Редактирование генома» в виде зачета.

Для оценки знаний, умений, навыков и формирования компетенции по дисциплине применяется **традиционная** система контроля и оценки успеваемости студентов.

Студент получает зачет по дисциплине «Редактирование генома», если положительно оценены выступления на семинарах и тестирования по темам курса, пропущено не более 5% лекционных и практических занятий, пропущенные занятия отработаны.

Обучение студентов в 4 семестре заканчивается экзаменом.

<b>Оценка</b>	<b>Критерии оценивания</b>
Высокий уровень «5» (отлично)	оценку « <b>отлично</b> » 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 проблемами 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.

## 7. 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>
3. 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>

### 7.2 Дополнительная литература

1. 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>
2. 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>

3. Сельскохозяйственная биотехнология: учебник для студ. вузов / В. С. Шевелуха, Е. А. Калашникова, С. В. Дегтярев ; ред. В. С. Шевелуха. - М. : Высшая школа, 1998. - 416 с.

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

1. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/> - National Center of Biotechnology Information

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

Таблица 8  
**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
Учебная лаборатория для проведения лабораторных занятий (Учебный корпус № 37, аудитория № 206)	Аквадистиллятор № 559576 Бокс ламинарный №№ 559911, 559911/1, 559911/2, 559911/3, 31924/6 Весы Ohaus № 34426 Весы аналитические ACCULAB № 559572 Весы электронные KERN EW № 35571 Мойка лабораторная №№ 559920/1, 559920/2, 559920/3 Стерилизатор паровой (автоклав) №№ 410124000559575, 410124000559575/1 Стол лабораторный №№ 560198/10, 560198/11, 560198/12, 560198/13, 560198/14, 560198/15, 560198/16, 560198/17, 560198/18, 560198/2, 560198/3, 560198/4, 560198/5, 560198/6, 560198/7, 560198/8, 560198/9, 591056, 591056/1, 591056/10, 591056/11, 591056/12, 591056/13, 591056/14 Термостат №№ 559578/1, 559578, 559577 Шейкер-инкубатор орбитальный № 410124000559945
Учебная лаборатория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (Учебный корпус № 37, 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, интерактивная компьютерная доска Lumen- 1 шт
Центральная научная библиотека имени Н.И. Железнова.	Читальные залы библиотеки.
Студенческое общежитие.	Комната для самоподготовки.

## **10. Методические рекомендации студентам по освоению дисциплины**

Для успешного усвоения каждой из тем дисциплины «Редактирование генома» студент должен внимательно прослушать и конспектировать лекцию по конкретной теме, подготовиться к выполнению практической работы, выполнить практическую работу в лаборатории и защитить ее, выполнить домашнее задание и в срок сдать его на проверку. Для самоконтроля студентов предназначены контрольные вопросы.

Для конспектирования лекций рекомендуется завести отдельную тетрадь. Конспект каждой лекции следует начинать с названия темы лекции и указания даты ее проведения. Все заголовки разделов лекции следует четко выделять, например, подчеркиванием. Во время лекции следует внимательно следить за ходом мысли лектора и записывать важнейшие определения, разъяснения, формулы, термины. Также нужно стараться воспроизводить в конспекте рисунки и таблицы, которые демонстрирует лектор. При самостоятельной работе студента с конспектом лекций следует осуществлять самопроверку, то есть следить за тем, чтобы освоенным оказался весь материал, изложенный в лекции. Материал, который кажется студенту недостаточно понятным, следует проработать по учебнику и воспользоваться помощью преподавателя на консультациях. Работать с конспектом лекций следует еженедельно, внося в него свои дополнения, замечания и вопросы (для этого в тетради следует оставлять широкие поля).

Для подготовки и фиксирования практических работ следует завести лабораторный журнал (тетрадь). При подготовке к практической работе необходимо составить краткий (1-2 страницы) конспект теоретического материала, на котором основана данная практическая работа и ход ее выполнения. Для подготовки конспекта используют практикум, главы или разделы учебника, рекомендованные преподавателем и конспект лекций. Также при домашней самостоятельной подготовке к практической работе нужно начертить таблицы, приведенные в практикуме, и, если требуется, произвести необходимые для проведения работы расчеты. Домашняя подготовка является необходимой частью практической работы, без нее невозможен осмысленный подход к выполнению экспериментов и измерений. Кроме того, ограниченное время, отводимое на выполнение практической работы, требует хорошо скорректированных действий студента, к которым также необходимо предварительно подготовиться. После завершения экспериментальной части работы необходимо произвести обработку полученных результатов, сделать выводы и защитить работу у преподавателя.

### **Виды и формы отработки пропущенных занятий**

Студент, пропустивший лекцию, представляет конспект по теме лекции. При пропуске лабораторного занятия студент обязан самостоятельно выполнить пропущенное занятие. Оценка конспектов и лабораторных работ – зачтено, не зачтено.

## **11. Методические рекомендации преподавателям по организации обучения**

**по дисциплине**

Главная задача дисциплины «Редактирование генома» - сформировать у студентов целостное представление о принципах и методах молекулярной

генетики; научить планировать комплекс исследований по подготовке, проведению и оценке результатов экспериментальных данных в области молекулярной генетики.

При преподавании дисциплины необходимо ориентироваться на современные образовательные и информационные технологии. Необходимо проводить устный опрос студентов и контролировать выполнение заданий. Контрольные вопросы выдаются студентам по разделам и темам непосредственно перед их изучением. Акцент делается на активные методы обучения на практических занятиях и интерактивной форме обучения.

**Программу разработали:**

Вертикова Е.А., д.с.-х. н., профессор Вертикова «25 » июня 2025 г.  
(подпись)

Симагина А.С., ассистент

Симагина «25 » июня 2025 г.  
(подпись)

Симагин А.Д., ассистент

Симагин «25 » июня 2025 г.  
(подпись)

Вильховой Я.Е., ассистент

Вильховой «25 » июня 2025 г.  
(подпись)

## РЕЦЕНЗИЯ

**на рабочую программу дисциплины «Редактирование генома»  
ОПОП ВО по направлению 35.04.04 – «Агрономия», направленность «Генетические  
технологии в селекции растений» (квалификация выпускника – магистр)**

Моисеенко Константином Валерьевичем, доцентом кафедры биотехнологии ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева, доктором биологических наук (далее по тексту рецензент), проведена рецензия рабочей программы дисциплины «Редактирование генома» 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 Елена Александровна, и.о. зав. кафедрой, профессор, доктор сельскохозяйственных наук; Симагина Анастасия Сергеевна, ассистент кафедры; Симагин Александр Дмитриевич, ассистент кафедры; Вильховой Ян Евгеньевич ассистент кафедры).

Рассмотрев представленные на рецензию материалы, рецензент пришел к следующим выводам:

1. Предъявленная рабочая программа дисциплины «Редактирование генома» (далее по тексту Программа) соответствует требованиям ФГОС 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, дисциплин по выбору учебного цикла – Б1.В.ДВ

3. Представленные в Программе **цели** дисциплины соответствуют требованиям ФГОС направления 35.03.04 – «Агрономия».

4. В соответствии с Программой за дисциплиной «Редактирование генома» закреплено **3 компетенции (4 индикатора)**. Дисциплина «Редактирование генома» и представленная Программа способна реализовать их в заявленных 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 «Редактирование генома» составляет 6 зачётных единиц (216 часов).

7. Информация о взаимосвязи изучаемых дисциплин и вопросам исключения дублирования в содержании дисциплин соответствует действительности. Дисциплина «Редактирование генома» взаимосвязана с другими дисциплинами ОПОП ВО и Учебного плана по направлению 35.04.04 – «Агрономия» и возможность дублирования в содержании отсутствует. Поскольку дисциплина не предусматривает наличие специальных требований к входным знаниям, умениям и компетенциям студента, хотя может являться предшествующей для специальных, в том числе профессиональных дисциплин, использующих знания в области генной инженерии в профессиональной деятельности магистра по данному направлению подготовки.

8. Представленная Программа предполагает использование современных образовательных технологий, используемые при реализации различных видов учебной работы. Формы образовательных технологий соответствуют специфике дисциплины.

9. Программа дисциплины «Редактирование генома» предполагает 7 занятий 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

(защита лабораторных работ, тестирование), соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

Форма промежуточного контроля знаний студентов, предусмотренная Программой, осуществляется в форме зачета в 3 семестре и в 4 семестре в форме экзамена что соответствует статусу дисциплины, как дисциплины вариативной части учебного цикла – Б1.В. ДВ ФГОС 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 – 3 источника (базовых учебника), дополнительной литературой – 3 наименований, Интернет-ресурсы – 1 источник и соответствует требованиям ФГОС направления 35.04.04 – «Агрономия».

14. Материально-техническое обеспечение дисциплины соответствует специфике дисциплины «Редактирование генома» 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 «Редактирование генома».

## ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

На основании проведенной рецензии можно сделать заключение, что характер, структура и содержание рабочей программы дисциплины «Редактирование генома» ОПОП ВО по направлению 35.04.04 – «Агрономия», направленность «Генетические технологии в селекции растений» (квалификация выпускника – магистр), Вертиковой Е. А., и.о. зав. кафедрой, профессор, доктор сельскохозяйственных наук; Симагиной А. С., Симагиным А. Д., Вильховым Я.Е. – ассистенты кафедры, соответствует требованиям ФГОС ВО, современным требованиям экономики, рынка труда и позволит при её реализации успешно обеспечить формирование заявленных компетенций.

Рецензент: Моисеенко К.В., доцент кафедры биотехнологии ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева, кандидат биологических наук, профессор

  
(подпись)

«25 » июня 2025 г.