

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Макаров Сергей Сергеевич  
Должность: И.о. директора института садоводства и ландшафтной архитектуры  
Дата подписания: 26.03.2026 16:41:30  
Уникальный программный ключ:  
75bfa38f9af1852dda82cd3ecd1bf20e8320d6



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 садоводства и ландшафтной архитектуры  
Кафедра молекулярной селекции, клеточных технологий и семеноводства

УТВЕРЖДАЮ:  
И.о. директора института садоводства и  
ландшафтной архитектуры Макаров С.С.

«28» августа 2025 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Б1.В.06.03 Цифровые методы исследования в селекции и семеноводстве**

для подготовки магистров

ФГОС ВО

Направление 35.04.05 Садоводство  
Направленность (программа) «Биотехнология и селекция растений; Стратеги-  
ческие направления и адаптивные технологии в овощеводстве и лекарственном  
растениеводстве; Технологии адаптивного и органического плодородства, ви-  
ноградарства и питомниководства»  
Курс: 1  
Семестр: 2

Форма обучения: очная  
Год начала подготовки: 2025

Москва, 2025

Разработчик (и): С.Г. Монахос, д.с.-х.н., профессор

А.В. Пискарева, ассистент  
(ФНО, ученая степень, ученое звание)



«26» августа 2025 г.

Рецензент: Монахос Г.Ф., к.с.-х.н., ст.н.с.  
(ФНО, ученая степень, ученое звание)



«26» августа 2025 г.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 35.04.05 "Садоводство" и учебного плана.

Программа обсуждена на заседании кафедры молекулярной селекции, клеточных технологий и семеноводства  
протокол № 11 от «26» августа 2025 г.

Зав. кафедрой С.Г. Монахос, д.с.-х.н., профессор



«26» августа 2025 г.


**Согласовано:**

Председатель учебно-методической комиссии института  
садоводства и ландшафтной архитектуры  
Маланкина Е.Л., д.с.-х.н., профессор  
Протокол №1



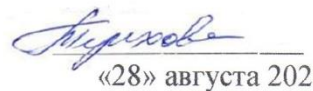
«28» августа 2025 г.

Заведующий выпускающей кафедрой молекулярной селекции,  
клеточных технологий и семеноводства  
С.Г. Монахос, д.с.-х.н., профессор



«28» августа 2025 г.

Терехова В.И. - к.с.-х.и., доцент,  
и.о. заведующего кафедрой овощеводства



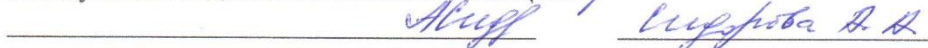
«28» августа 2025 г.

Монахос С.Г. - д.с.-х.н., профессор, молекулярной селекции,  
клеточных технологий и семеноводства



«28» августа 2025 г.

Заведующий отделом комплектования ЦНБ



## СОДЕРЖАНИЕ

<b>АННОТАЦИЯ</b> .....	4
<b>1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ</b> .....	4
<b>2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ</b> .....	5
<b>3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «МЕТОДЫ МОЛЕКУЛЯРНОЙ БИОЛОГИИ В СЕЛЕКЦИИ», СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ</b> .....	5
<b>4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ</b> .....	9
4.1 РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЁМКОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ РАБОТ ПО СЕМЕСТРАМ .....	9
4.2 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....	9
РАЗДЕЛ 1 МОЛЕКУЛЯРНЫЕ МЕТОДЫ СЕЛЕКЦИИ .....	10
4.3 ЛЕКЦИИ И ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ .....	10
<b>5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ</b> .....	12
<b>6. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ</b> .....	13
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 КРИТЕРИЕВ КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ОПИСАНИЕ ШКАЛ ОЦЕНИВАНИЯ .....	16
<b>7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ</b> .....	18
7.1. ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА .....	18
7.2. ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА .....	18
<b>8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)</b> .....	18
<b>9. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ</b> .....	19
<b>10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ СТУДЕНТАМ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ</b> .....	19
ВИДЫ И ФОРМЫ ОТРАБОТКИ ПРОПУЩЕННЫХ ЗАНЯТИЙ .....	19
<b>12. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯМ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ</b> .....	19

## **АННОТАЦИЯ**

### **рабочей программы учебной дисциплины**

#### **Б1.В.06.03 «Цифровые методы исследования в селекции и семеноводстве»**

для подготовки магистров по направлению 35.04.05 Садоводство направленности «Биотехнология и селекция растений; Стратегические направления и адаптивные технологии в овощеводстве и лекарственном растениеводстве; Технологии адаптивного и органического плодоводства, виноградарства и питомниководства»

**Цель освоения дисциплины:** формирование у магистров углубленных профессиональных знаний о цифровых методах исследования в селекции и семеноводстве — высокопроизводительное фенотипирование, цифровая визуализация, компьютерное моделирование, направленных на повышение эффективности и ускорение селекционного процесса.

**Место дисциплины в учебном плане:** дисциплина включена в часть учебного плана, формируемую участниками образовательных отношений по направлению подготовки 35.04.05 Садоводство

**Требования к результатам освоения дисциплины:** в результате освоения дисциплины формируется одна компетенция: ПКдпо-1 (ПКдпо-1.1; ПКдпо-1.2; ПКдпо-1.3; ПКдпо-1.4; ПКдпо-1.5; ПКдпо-1.6; ПКдпо-1.7; ПКдпо-1.8; ПКдпо-1.9; ПКдпо-1.10).

**Краткое содержание дисциплины:** Дисциплина «Цифровые методы исследования в селекции и семеноводстве» призвана дать студенту теоретические знания и практические навыки в области современных технологий анализа данных, высокопроизводительного фенотипирования, цифровой визуализации, компьютерного моделирования. Рассмотрены возможности интенсификации селекционной работы с их применением. Представлены вопросы, связанные с особенностями сбора и обработки больших объемов данных, в том числе графических, при создании чистых линий, сортов и F1-гибридов.

**Общая трудоемкость дисциплины/ в т.ч. практическая подготовка:** 72/2 (часы/зач. ед.)/4.

**Промежуточный контроль:** зачет

### **1. Цель освоения дисциплины**

Целью освоения дисциплины «Цифровые методы исследования в селекции и семеноводстве» является формирование у магистров углубленных профессиональных знаний о цифровых методах исследования в селекции и семеноводстве

— анализ больших данных, высокопроизводительное фенотипирование, цифровая визуализация, компьютерное моделирование, направленных на повышение эффективности и ускорение селекционного процесса. Ознакомление с возможностями сопровождения селекции современными цифровыми инструментами при создании исходного материала, селекционных популяций, отборе и при создании чистых линий садовых культур.

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

Дисциплина «Цифровые методы исследования в селекции и семеноводстве» включена в часть учебного плана, формируемую участниками образовательных отношений. Реализация в дисциплине «Цифровые методы исследования в селекции и семеноводстве» требований ФГОС ВО, ОПОП и Учебного плана по направлению 35.04.05 «Садоводство» для подготовки магистров направленности «Биотехнология и селекция растений; Стратегические направления и адаптивные технологии в овощеводстве и лекарственном растениеводстве; Технологии адаптивного и органического плодоводства, виноградарства и питомниководства».

Дисциплина «Цифровые методы исследования в селекции и семеноводстве» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: «Современные технологии семеноводства», «Искусственный интеллект в науке и селекции растений».

Особенностью дисциплины является формирование у обучающихся представления о состоянии селекции овощных, плодовых и декоративных культур, цифровых методах исследования при планировании селекционного процесса и создании исходного материала.

Рабочая программа дисциплины «Цифровые методы исследования в селекции и семеноводстве» 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.



## 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.	ПКдпо-1	Способен к проведению исследовательских работ в области агрономии в условиях производства	ПКдпо-1.1 Способен осуществлять информационный поиск инновационных технологий (элементов технологии), сортов и гибридов сельскохозяйственных культур с целью определения перспективных направлений исследований	источники и типы данных в селекции и семеноводстве;	планировать поисковый запрос с учётом особенностей поискового синтаксиса в разных литературных и биологических базах данных;	представлением о направлениях использования цифровых методов в селекции си семеноводстве;
			ПКдпо-1.2 Способен к организации и проведению экспериментов (полевых опытов) по оценке эффективности инновационных технологий (элементов технологии), сортов и гибридов в условиях производства	основные направления использования методов цифровой визуализации в селекции и семеноводстве;	подбирать оптимальную технологию для цифровой визуализации с учётом особенностей объекта исследования;	навыками планирования и проведения исследований, предполагающих сбор данных о фенотипе цифровыми методами;
			ПКдпо-1.3 Способен к сбору и анализу результатов, полученных в опытах	методы математической статистики и их возможность применения в молекулярно-генетических исследованиях;	использовать методы математической статистики при обработке результатов молекулярно-генетических исследований;	навыками статистической обработки результатов экспериментов;
			ПКдпо-1.4 Способен к подготовке рекомендаций по внедрению в производство исследованных приемов, сортов и гибридов сельскохозяйственных культур на основе анализа опытных данных	ключевые показатели перспективности полученных результатов;	интерпретировать результаты анализа данных и на основании них давать заключение о целесообразности дальнейших исследований;	навыками оценки результатов экспериментальных данных;

№ п/п	Код компетенции	Содержание компетенции (или её части)	Индикаторы компетенций	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
				знать	уметь	владеть
			ПКдпо-1.5 Умеет формулировать проблему, достижимую цель и задачи проведения исследований	цели и задачи использования цифровых методов в селекции и семеноводстве;	вычленять исследовательскую проблему на основе анализа литературных источников;	навыками планирования исследования; постановки цели и задач;
			ПКдпо-1.6 Умеет пользоваться методами математической статистики при анализе опытных результатов	направления применения компьютерного моделирования в селекции растений;	интерпретировать результаты цифрового фенотипирования;	понятием высокопроизводительного фенотипирования;
			ПКдпо-1.7 Знает современные технологии обработки и представления экспериментальных данных	принципы генерации и обработки результатов фенотипирования растений;	оценивать качество данных, определять причины низкого качества и пути его повышения;	пониманием принципов работы технологий по цифровому фенотипированию растений;
			ПКдпо-1.8 Умеет вести информационный поиск, в том числе с использованием информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"	основные базы данных научных статей в сети Интернет;	осуществлять критический анализ опубликованной информации;	навыками использования поисковых систем, особенности поиска по ключевым словам;
			ПКдпо-1.9 Знает правила работы с компьютерными и телекоммуникационными средствами в профессиональной деятельности при планировании и проведении исследовательских работ в области агрономии	принципы формирования поисковых запросов в разных базах данных;	проводить по литературным источникам оценку типов компьютерных моделей и возможностей их использования в селекции;	представлением о существующих платформах компьютерного моделирования, применимых для селекционных целей;
			ПКдпо-1.10 Знает виды и методики проведения учетов и наблюдений в опыте	основные виды и методики проведения учётов с использованием цифрового оборудования.	отбирать основные и дополнительные параметры для учётов и наблюдений.	навыками ведения журнала учёта первичных данных.

## 4. Структура и содержание дисциплины

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

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 2 зач.ед. (72 часа), 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.
<b>Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>72</b>
<b>1. Контактная работа:</b>	<b>24,25</b>
<b>Аудиторная работа</b>	<b>24,25</b>
<i>в том числе:</i>	
<i>лекции (Л)</i>	4
<i>практические занятия (ПЗ)</i>	20
<i>консультации перед зачетом</i>	2
<i>контактная работа на промежуточном контроле (КРА)</i>	0,25
<b>2. Самостоятельная работа (СРС)</b>	<b>47,75</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>	24
<i>Подготовка к зачету (контроль)</i>	23,75
<b>Вид промежуточного контроля:</b>	Зачет

### 4.2 Содержание дисциплины

Таблица 3

#### Тематический план учебной дисциплины

Наименование разделов и тем дисциплин (укрупнённо)	Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа СР
		Л	ПЗ	ПКР	
<b>Раздел 1 Цифровые методы исследования в селекции и семеноводстве</b>	48	4	20	-	24
<b>Тема 1.</b> Цифровые технологии для анализа данных в селекции и семеноводстве	12	2	6	-	4
<b>Тема 2.</b> Цифровое фенотипирование в селекции растений.	12	2	6	-	4
<b>Тема 3.</b> Цифровая визуализация в семеноводстве.	12	-	4	-	8
<b>Тема 4.</b> Компьютерное моделирование в селекции растений	12	-	4	-	8
Консультации перед зачетом	-	-	-	-	-
Контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	0,25	-	-	0,25	-
Подготовка к зачету	23,75	-	-	-	23,75
<b>Итого по дисциплине</b>	<b>72</b>	<b>4</b>	<b>20</b>	<b>0,25</b>	<b>47,75</b>

## **Раздел 1 Цифровые методы исследования в селекции и семеноводстве**

### **Тема 1. Цифровые технологии для анализа данных в селекции и семеноводстве**

Перечень рассматриваемых вопросов: источники и типы данных, технологии сбора данных (дистанционное зондирование, наземные сенсоры, автоматизированные платформы) в селекции и семеноводстве, подходы и методы анализа данных

### **Тема 2. Цифровое фенотипирование в селекции растений.**

Перечень рассматриваемых вопросов: ключевые задачи фенотипирования, методы и технологии сбора данных о фенотипе, хранение и обработка результатов фенотипирования, направления использования цифрового фенотипирования в селекции

### **Тема 3. Цифровая визуализация в семеноводстве.**

Перечень рассматриваемых вопросов: основные методы цифровой визуализации в семеноводстве (RGB-визуализация, мультиспектральная и гиперспектральная съёмка, микрофокусная рентгенография), направления использования цифровых методов в семеноводстве.

### **Тема 4. Компьютерное моделирование в селекции растений**

Перечень рассматриваемых вопросов: понятие и задачи компьютерного моделирования, типы моделей и их назначение, геномные модели, фенотипические модели, платформы для компьютерного моделирования.

## **4.3 Лекции и практические занятия**

Таблица 4

### **Содержание лекций и практических занятий и контрольные мероприятия**

<b>№ п/п</b>	<b>Название раздела, темы</b>	<b>№ и название лекций/ практических/ семинарских занятий</b>	<b>Формируемые компетенции</b>	<b>Вид контрольного мероприятия</b>	<b>Кол-во часов</b>
1.	<b>Раздел 1. Цифровые методы исследования в селекции и семеноводств</b>		ПКдпо-1.1 ПКдпо-1.2 ПКдпо-1.3 ПКдпо-1.4 ПКдпо-1.5 ПКдпо-1.6 ПКдпо-1.7 ПКдпо-1.8 ПКдпо-1.9 ПКдпо-1.10		
	Тема 1.	Лекция № 1 Применение цифровых технологий	ПКдпо-1.2	-	2

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ практических/ семинарских занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
	Цифровые технологии для анализа данных в селекции и семеноводстве.	в селекции и семеноводстве	ПКдпо-1.6		
		Практическое занятие № 1. «Технологии сбора данных в селекции и семеноводстве»: классификация типов данных; оборудование для сбора данных о генотипе и фенотипе, принципы работы.	ПКдпо-1.2 ПКдпо-1.7	Устный опрос	2
		Практическое занятие № 2. «Анализ данных в селекции и семеноводстве»: статистические методы анализа данных, многомерный анализ, машинное обучение.	ПКдпо-1.1 ПКдпо-1.3 ПКдпо-1.7	Устный опрос	4
2.	Тема 2 Цифровое фенотипирование в селекции растений.	Лекция № 2. Высокопроизводительное фенотипирование в селекции растений.	ПКдпо-1.2 ПКдпо-1.6	Устный опрос	2
		Практическое занятие № 3. «Методы и технологии сбора данных о фенотипе»: классический подход к фенотипированию, цифровой подход (оптическая визуализация, дистанционные платформы, лабораторные системы, физиологические датчики).	ПКдпо-1.5 ПКдпо-1.8 ПКдпо-1.9	Устный опрос	4
		Практическое занятие № 4. «Использование цифрового фенотипирования в селекции»: анализ данных о фенотипе, ПО для обработки данных, интеграция с базами данных.	ПКдпо-1.7 ПКдпо-1.8 ПКдпо-1.9	Устный опрос	2
3.	Тема 3. Цифровая визуализация в семеноводстве	Практическое занятие № 5. Основные методы цифровой визуализации в семеноводстве»: RGB-визуализация, мультиспектральная и гиперспектральная съёмка, микрофокусная рентгенография,	ПКдпо-1.2 ПКдпо-1.10	Устный опрос	2
		Практическое занятие № 6. «Направления использования цифровых методов в семеноводстве»: успешные коммерческие решения для семеноводства, использование цифровых методов для оценки состояния посевов, предсказания урожайности и контроля условий хранения семян.	ПКдпо-1.5 ПКдпо-1.6 ПКдпо-1.8 ПКдпо-1.9 ПКдпо-1.10	Устный опрос	2
4.	Тема 4. Компьютерное моделирование в селекции растений	Практическое занятие № 7. «Перспективы использования компьютерного моделирования для задач селекции»: понятие и задачи компьютерного моделирования, типы моделей и их назначение, геномные модели, фенотипические модели, платформы для компьютерного моделирования.	ПКдпо-1.5 ПКдпо-1.8 ПКдпо-1.9 ПКдпо-1.10	Устный опрос	4

**Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины**

№ п/п	Название раздела, темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
<b>Раздел 1</b>		
1.	Тема 1. Цифровые технологии для анализа данных в селекции и семеноводстве.	Источники и типы данных, технологии сбора данных (дистанционное зондирование, наземные сенсоры, автоматизированные платформы) в селекции и семеноводстве, подходы и методы анализа данных. (ПКДпо-1.1, ПКДпо-1.2, ПКДпо-1.3, ПКДпо-1.6, ПКДпо-1.7)
2.	Тема 2. Цифровое фенотипирование в селекции растений.	Ключевые задачи фенотипирования, методы и технологии сбора данных о фенотипе, хранение и обработка результатов фенотипирования, направления использования цифрового фенотипирования в селекции. (ПКДпо-1.2, ПКДпо-1.5, ПКДпо-1.6, ПКДпо-1.7, ПКДпо-1.8, ПКДпо-1.9)
3.	Тема 3. Цифровая визуализация в семеноводстве.	Основные методы цифровой визуализации в семеноводстве (RGB-визуализация, мультиспектральная и гиперспектральная съёмка, микрофокусная рентгенография), направления использования цифровых методов в семеноводстве (ПКДпо-1.2, ПКДпо-1.5, ПКДпо-1.6, ПКДпо-1.8, ПКДпо-1.9, ПКДпо-1.10).
4.	Тема 4. Компьютерное моделирование в селекции растений	Понятие и задачи компьютерного моделирования, типы моделей и их назначение, геномные модели, фенотипические модели, платформы для компьютерного моделирования. (ПКДпо-1.5, ПКДпо-1.8, ПКДпо-1.9, ПКДпо-1.10)

**5. Образовательные технологии****Применение активных и интерактивных образовательных технологий**

№ п/п	Тема и форма занятия		Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий (форм обучения)
1.	Тема 1. Цифровые технологии для анализа данных в селекции и семеноводстве.	Л	Активная неимитационная форма: проблемная лекция
2.	Тема 1. Цифровые технологии для анализа данных в селекции и семеноводстве.	ПЗ	Интерактивная форма: мастер-класс
3.	Тема 1. Цифровые технологии для анализа данных в селекции и семеноводстве.	ПЗ	Круглый стол
4.	Тема 2. Цифровое фенотипирование в селекции растений.	Л	Лекция-визуализация
5.	Тема 2. Цифровое фенотипирование в селекции растений.	ПЗ	Интерактивная форма: мастер-класс
6.	Тема 2. Цифровое фенотипирование в селекции растений.	ПЗ	Круглый стол
7.	Тема 3. Цифровая визуализация в семеноводстве.	ПЗ	Интерактивная форма: мастер-класс

8.	Тема 3. Цифровая визуализация в семеноводстве.	ПЗ	Круглый стол
9.	Тема 4. Компьютерное моделирование в селекции растений	ПЗ	Круглый стол

## **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**

#### **1) Примеры тестовых заданий для текущего контроля знаний обучающихся**

- 1.** Что такое фенотипирование?
  - а) изучение генотипа организма;
  - б) описание и измерение внешних и внутренних признаков организма под влиянием генотипа и среды;
  - в) метод секвенирования ДНК;
  - г) способ клонирования растений.
  
- 2.** Какой индекс используют для оценки зелёной биомассы проростков по RGB-снимкам?
  - а) LAI;
  - б) GLI;
  - в) NDVI;
  - г) рН.
  
- 3.** Что измеряют с помощью флуоресценции хлорофилла у проростков?
  - а) содержание воды в семени;
  - б) эффективность фотосинтеза;
  - в) длину корня;
  - г) толщину семенной оболочки.
  
- 4.** Что оценивает индекс LAI?
  - а) кислотность почвы;
  - б) суммарную площадь листьев на единицу площади почвы;
  - в) содержание липидов в листе;
  - г) высоту стебля.
  
- 5.** «Фенотипическое окно» – это ...
  - а) автоматизированная платформа для фенотипирования растений без участия человека;
  - б) оптимальный период времени для измерения конкретного признака;
  - в) интерфейс программы для обработки результатов фенотипирования;

г) участок генома предположительно связанный с хозяйственно-ценным признаком.

- 6.** Гиперспектральная съёмка при анализе семян показывает ...
- а) только цвет поверхности семени;
  - б) спектральные подписи, выявляющие скрытую заражённость и биохимические изменения;
  - в) массу семени;
  - г) скорость падения семени в воздухе.
- 7.** Какой индекс рассчитывают по RGB-изображениям листьев проростков?
- а) NDVI (Normalized Difference Vegetation Index);
  - б) GLI (Green Leaf Index);
  - в) pH;
  - г) интенсивность транспирации.
- 8.** Какой датчик НЕ применяют в цифровой визуализации семян?
- а) RGB-камеру;
  - б) гиперспектральный сенсор;
  - в) магнитометр;
  - г) тепловизор.

## Примерные вопросы для подготовки к контрольным работам

1. Понятие и классификация цифровых методов исследования в селекции растений.
2. Роль цифровых технологий в ускорении селекционного процесса.
3. Основные этапы цифрового фенотипирования растений.
4. Оптические методы визуализации в селекции: принципы и применение.
5. Мульти- и гиперспектральная съёмка: возможности и ограничения в селекционных исследованиях.
6. Использование БПЛА для фенотипирования полевых культур.
7. 3D-моделирование растений: методы и программное обеспечение.
8. Тепловизионная диагностика в оценке физиологического состояния растений.
9. Цифровая морфометрия семян: инструменты и алгоритмы.
10. GWAS (геномные ассоциации) в выявлении маркеров селекционно-ценных признаков.
11. Функционально-структурные модели растений (FSPM): принципы построения.
12. Цифровые двойники растений: концепция и практическое применение.
13. Стандартизация протоколов цифрового фенотипирования.
14. Калибровка сенсоров и камер в фенотипических исследованиях.
15. Визуализация внутренней структуры семян (микротомография, рентген).
16. Big Data в селекции: сбор, хранение, анализ.
17. Мобильные приложения для полевого фенотипирования.
18. Роботизированные платформы для высокопроизводительного фенотипирования.
19. Анализ корневых систем с помощью цифровых методов.
20. Автоматизация учёта селекционных делянок: ПО и оборудование.
21. Визуализация биохимических процессов в растениях (флуоресценция, спектроскопия).
22. Прогнозирование адаптации сортов к изменению климата с помощью моделирования.

## **Примерный перечень вопросов, выносимых на промежуточную аттестацию (зачет)**

1. Основные этапы цифрового фенотипирования растений.
2. Оптические методы визуализации в селекции: принципы и применение.
3. Мульти и гиперспектральная съёмка: возможности и ограничения в селекционных исследованиях.
4. Использование БПЛА для фенотипирования полевых культур.
5. 3D моделирование растений: методы и программное обеспечение.
6. Тепловизионная диагностика в оценке физиологического состояния растений.
7. Цифровая морфометрия семян: инструменты и алгоритмы.
8. GWAS (геномные ассоциации) в выявлении маркеров селекционно ценных признаков.
9. Функционально структурные модели растений (FSPM): принципы построения.
10. Цифровые двойники растений: концепция и практическое применение.
11. Стандартизация протоколов цифрового фенотипирования.
12. Калибровка сенсоров и камер в фенотипических исследованиях.
13. Визуализация внутренней структуры семян (микротомография, рентген).
14. Big Data в селекции: сбор, хранение, анализ.
15. Мобильные приложения для полевого фенотипирования.
16. Роботизированные платформы для высокопроизводительного фенотипирования.
17. Анализ корневых систем с помощью цифровых методов.
18. Автоматизация учёта селекционных делянок: ПО и оборудование.
19. Визуализация биохимических процессов в растениях (флуоресценция, спектроскопия).
20. Прогнозирование адаптации сортов к изменению климата с помощью моделирования.

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

#### **Балльно-рейтинговая система оценки**

Объем рейтинга составляет: за текущий контроль - 60% от нормативного рейтинга дисциплины, за рубежный контроль - 20% от нормативного рейтинга дисциплины и за промежуточный контроль - 20% от нормативного рейтинга дисциплины.

*Текущий контроль* осуществляется в течение семестра в форме тестирования и устного опроса. Он позволяет оценить успехи в учебе на протяжении семестра.

*Рубежный контроль* проводится 1 раз в течение семестра в соответствии с рабочей учебной программой дисциплины с целью определения степени усвоения материала соответствующих разделов дисциплины. Вид рубежного контроля - контрольная работа.

*Промежуточный контроль* — зачет, принимаемый в традиционной форме.

Накопление рейтинга по дисциплине происходит в соответствии с формулой:

**R дисц.= R тек.+R руб.+R итог.**, где

R дисц — фактический рейтинг студента, полученный им по окончании изучения дисциплины,

R тек. — фактический рейтинг по текущему контролю, выполненному в течение периода обучения,

R руб. — фактический рейтинг по рубежному контролю, выполненному в течение периода обучения,

R итог. — фактический рейтинг промежуточного контроля (зачета).

Таблица 7

### Система рейтинговой оценки

Оценочные средства	Баллы			
	0-1	2-3	4	5
Устный опрос	0-1	2-3	4	5
Тестирование	0-1	2-3	4	5
Круглый стол	0-4	5-6	7-8	9-10
Контрольная работа	0-4	5-6	7-8	9-10
Зачет	0-8	9-13	14-17	18-20
<b>Оценка</b>	<b>Неуд.</b>	<b>Удовл.</b>	<b>Хорошо</b>	<b>Отлично</b>
Посещение лекций и практических занятий				
Посещаемость	≤85%	86-88%	89-91%	92-100%
Баллы	0	10	20	30

Посещаемость рассчитывается, как отношение числа пропущенных занятий к общему числу занятий.

### Максимальное число баллов - 100

Для допуска к сдаче зачета по дисциплине необходимо:

- фактический рейтинг семестрового контроля должен составлять более 50% от нормативного рейтинга семестрового контроля для дисциплины ( $R_{факт.сем} > 50\% R_{норм семестр}$ ), т.е. должен быть достигнут пороговый рейтинг;
- должен быть выполнен объем аудиторных занятий (включая посещение лекций), предусмотренный учебным планом.

### Рейтинговый балл, выставляемый студенту

Рейтинговый балл (в % от макс, балла за дисциплину)	Оценка по традиционной шкале
85,1-100%	Отлично
65,1 - 85 %	Хорошо
60,1 - 65 %	Удовлетворительно
Менее 60 %	Неудовлетворительно

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 7.1. Основная литература

1. Общая селекция растений / Ю. Б. Коновалов, В. В. Пыльнев, Т. И. Хупа-цария, В. С. Рубец. — 5-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2023. — 480 с. — ISBN 978-5-507-45737-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/282386>
2. Цаценко, Л. В. Инновационные технологии в агрономии: селекция и семеноводство : учебное пособие / Л. В. Цаценко. — Краснодар : КубГАУ, 2020. — 88 с. — ISBN 978-5-907294-48-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/171561>

### 7.2. Дополнительная литература

1. Кошкин, Е.И. Физиологические основы селекции растений: Интерактивный курс: учебное пособие для подготовки магистров по направлению "Агрономия". Допущено МСХ РФ / Е. И. Кошкин; Российский государственный аграрный университет - МСХА им. К. А. Тимирязева (Москва). — Электрон. текстовые дан. — Москва: РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева, 2014. — 234 с. — Коллекция: Учебная и учебно-методическая литература. — Режим доступа : <http://elib.timacad.ru/dl/local/2041.pdf>.
2. Ракутько, Е.Н. Определение стабильности развития на примере ювенильных растений огурца методом гиперспектральной съемки / Е. Н. Ракутько, С. А. Ракутько // АгроЭкоИнженерия. — 2021. — № 107. — С. 45-62. — ISSN 2713-2641. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/journal/issue/320465>.
3. Селекция и семеноводство овощных культур [Текст] : учебное пособие для с.-х.вузов по спец." Плодоовощеводство и виноградарство" / И.А.Прохоров, А.В.Крючков, В.А.Комиссаров ; Гл.упр.высш.и сред.с.-х.образования М-ва сел.хоз-ва СССР. - М. : Колос, 1981. - 447 с. - ISBN 5-10-003099-2

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

1. Japanese Society for Plant Cell and Molecular Biology - <http://www.jspcmb.jp/english/index.html> (открытый доступ)
2. Plant Biotechnology Journal - <http://eu.wiley.com/WileyCDA/WileyTitle/productCd-PBI.html> (открытый доступ)
3. Plant Molecular Genetics <http://www.ndsu.edu/pubweb/~mcclean/plsc731/index.htm> (открытый доступ)
4. Федеральное государственное бюджетное учреждение «Российская государственная библиотека» (ФГБУ «РГБ») - <http://www.rsl.ru> (открытый доступ)
5. Государственное научное учреждение Центральная научная сельскохозяйственная библиотека Российской академии сельскохозяйственных наук (ГНУ ЦНСХБ Россельхозакадемии) - <http://www.cnsnb.ru> (открытый доступ)

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

Лекционные аудитории, аудитории для проведения практических занятий оснащенные персональными компьютерами, мультимедийными средствами для демонстрации презентаций и доступом к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет».

Таблица 8

Сведения об обеспеченности специализированными аудиториями, кабинетами, лабораториями

Наименование специальных помещений (№ учебного корпуса, № аудитории)	Оснащенность специальных помещений
1	2
Учебный корпус №30, аудитории №206, 207, 211 Практические занятия, групповые и индивидуальные консультации, текущий контроль, промежуточная аттестация и самостоятельная работа студентов	Столы, стулья, маркерная доска
Зал для самоподготовки: Центральная научная библиотека имени Н.И. Железнова. Компьютерный читальный зал (каб. № 144)	Компьютеры - 20 шт. Столы - 39 шт. Wifi
Общежитие. Комната для самоподготовки	Столы, стулья.

## 10. Методические рекомендации студентам по освоению дисциплины

Основной объем материала студенту необходимо освоить самостоятельно в соответствии с темами для самостоятельной подготовки из таблицы 5. При возникновении вопросов — сразу уточнять непонятные моменты у преподавателя.

### Виды и формы отработки пропущенных занятий

Студент, пропустивший занятия обязан предоставить и защитить конспект по пропущенной теме.

## 12. Методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине

Педагог, проводящий занятия должен обладать высокой квалификацией и опытом. Необходимо разбираться в нюансах работы оборудования по высокопроизводительному фенотипированию и ПО для обработки больших данных. Для успешного освоения предмета необходимо периодически организовывать обсуждения и дискуссии по темам дисциплины.

При преподавании курса необходимо ориентироваться на современные образовательные технологии путем использования группового способа обучения на семинарских и практических занятиях, разбора конкретных ситуаций и интерактивного обсуждения результатов исследовательских учебных работ. Реализа-

ция современного подхода должна обеспечиваться широким использованием активных интерактивных форм проведения занятий, посещение профильных научно-исследовательских учреждений и повысить интерес к изучению дисциплины. Задачей преподавателя является приведение максимального количества позитивных примеров учреждений и специалистов, добившихся высоких результатов в использовании цифровых методов исследования в селекции и семеноводстве, для стимулирования интереса студентов к углубленному изучению данных дисциплин.

**Программу разработали:**

Монахос С. Г., д.с.-х.н., профессор

---

(подпись)

Пискарева А.В., ассистент

---

(подпись)

## РЕЦЕНЗИЯ

на рабочую программу дисциплины «Цифровые методы исследования в селекции и семеноводстве» ОПОП ВО по направлению 35.04.05 Садоводство, направленность «Биотехнология и селекция растений; Стратегические направления и адаптивные технологии в овощеводстве и лекарственном растениеводстве; Технологии адаптивного и органического плодоводства, виноградарства и питомниководства» (квалификация выпускника - магистр).

Монахом Григорием Федоровичем, генеральным директором ООО «Селекционная станция им. Н.Н.Тимофеева», кандидатом сельскохозяйственных наук, старшим научным сотрудником (далее по тексту рецензент), проведена рецензия рабочей программы дисциплины «Цифровые методы исследования в селекции и семеноводстве» ОПОП ВО по направлению 35.04.05 Садоводство, направленность «Биотехнология и селекция растений; Стратегические направления и адаптивные технологии в овощеводстве и лекарственном растениеводстве; Технологии адаптивного и органического плодоводства, виноградарства и питомниководства» (магистратура) разработанной в ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К.А. Тимирязева», на кафедре молекулярной селекции, клеточных технологий и семеноводства (разработчики - Монахос Сократ Григорьевич, заведующий кафедрой, д. с.-х.н., профессор, Пискарева Анна Владимировна, ассистент кафедры).

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

1. Предъявленная рабочая программа дисциплины «Цифровые методы исследования в селекции и семеноводстве» (далее по тексту Программа) соответствует требованиям ФГОС ВО по направлению 35.04.05 Садоводство. Программа содержит все основные разделы, соответствует требованиям к нормативно-методическим документам.

2. Представленная в Программе актуальность учебной дисциплины в рамках реализации ОПОП не подлежит сомнению - дисциплина относится к базовой части учебного цикла-Б1.

3. Представленные в Программе цели дисциплины соответствуют требованиям ФГОС направления 35.04.05 Садоводство.

4. В соответствии с Программой за дисциплиной «Цифровые методы исследования в селекции и семеноводстве» закреплено **1 компетенция**. Дисциплина «Цифровые методы исследования в селекции и семеноводстве» и представленная Программа способна реализовать ее в объявленных требованиях.

Результаты обучения, представленные в Программе в категориях знать, уметь, владеть соответствуют специфике и содержанию дисциплины и демонстрируют возможность получения заявленных результатов.

5. Общая трудоёмкость дисциплины «Цифровые методы исследования в селекции и семеноводстве» составляет 2 зачётных единиц (72 часа).

6. Информация о взаимосвязи изучаемых дисциплин и вопросам исключения дублирования в содержании дисциплин соответствует действительности. Дисциплина «Цифровые методы исследования в селекции и семеноводстве» взаимосвязана с другими дисциплинами ОПОП ВО и учебного плана по направлению 35.04.05 Садоводство и возможность дублирования в содержании отсутствует.

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

8. Программа дисциплины «Цифровые методы исследования в селекции и семеноводстве» предполагает занятия в интерактивной форме.

9. Виды, содержание и трудоёмкость самостоятельной работы студентов, представленные в Программе, соответствуют требованиям к подготовке выпускников, содержа-

щимся во ФГОС ВО направления 35.04.05 Садоводство.

10. Представленные и описанные в Программе формы *текущей* оценки знаний (опрос, в форме обсуждения отдельных вопросов, тестирование, контрольная работа), соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

11. Учебно-методическое обеспечение дисциплины представлено: основной литературой - 2 источника, дополнительной литературой - 3 наименования, Интернет- ресурсы - 5 источников и соответствует требованиям ФГОС ВО направления 35.04.05 Садоводство.

12. Материально-техническое обеспечение дисциплины соответствует специфике дисциплины «Цифровые методы исследования в селекции и семеноводстве» и обеспечивает использование современных образовательных, в том числе интерактивных методов обучения,

13. Методические рекомендации студентам и методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине дают представление о специфике обучения по дисциплине «Цифровые методы исследования в селекции и семеноводстве».

Форма промежуточного контроля знаний студентов, предусмотренная Программой, осуществляется в форме зачета, что соответствует статусу дисциплины, как дисциплины базовой части учебного цикла - Б1 ФГОС ВО направления 35.04.05 Садоводство.

#### ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

На основании проведенного рецензирования можно сделать заключение, что характер, структура и содержание рабочей программы дисциплины «Цифровые методы исследования в селекции и семеноводстве» ОПОП ВО по направлению 35.04.05 Садоводство, направленность «Селекция, генетика и биотехнология садовых культур» (квалификация выпускника - магистр), разработанная Пискаревой Анной Владимировной, ассистентом и Монахом Сократом Григорьевичем, заведующим кафедрой молекулярной селекции, клеточных технологий и семеноводства, д.с.-х.н., профессором, соответствует требованиям ФГОС ВО, современным требованиям экономики, рынка труда и позволит при её реализации успешно обеспечить формирование заявленных компетенций.

Рецензент: Монахос Григорий Федорович, генеральный директор ООО «Селекционная станция им. Н.Н.Тимофеева», кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник

“26” августа 2025 г.