

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Шитикова Александра Васильевна
Должность: И.о. директора института агробиотехнологии
Дата подписания: 2025.05.14
Уникальный программный ключ:
fcd01ecb1fdf76808c4112248ad12c3f716ce658



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 агробиотехнологии
Кафедра генетики, селекции и семеноводства



УТВЕРЖДАЮ:
И.о. директора Института
агробиотехнологии
А.В. Шитикова А.В. Шитикова
«25» *июня* 2025г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ФТД.02 «ФЕНОТИПИРОВАНИЕ В ГЕНЕТИКЕ СЕЛЕКЦИИ И
СЕМЕНОВОДСТВЕ»

для подготовки магистров

ФГОС ВО

Направление: 35.04.04 – Агрономия

Направленность: Генетические технологии в селекции растений

Курс 1

Семестр 2

Форма обучения: очная

Год начала подготовки: 2025

Москва, 2025

Разработчики:

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

Симагин А.Д., ассистент АД «25» июня 2025 г.
(подпись)

Симагина А.С., ассистент Симагина «25» июня 2025 г.
(подпись)

Рецензент: Заверткин И.А., к.с.-х.н., доцент, и.о. зав.кафедрой земледелия и методики опытного дела

Заверткин «25» июня 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 № 82 от «25» июня 2025 г.

Зав. кафедрой Вертикова Е.А., д. с.-х. наук, профессор

Вертика «25» июня 2025 г.
(подпись)

Согласовано:

Председатель учебно-методической комиссии Института агробиотехнологий
Шитикова А.В., д-р с.-х. наук, профессор

Шитикова «25» июня 2025 г.
(подпись)

Заведующая выпускающей кафедрой генетики, селекции и семеноводства
Вертикова Е.А., с.-х. наук, профессор

Вертика «25» июня 2025 г.
(подпись)

/Заведующий отделом комплектования ЦНБ
Зам.директора ЦНБ

Ершова Я.В.
(подпись)

СОДЕРЖАНИЕ

<u>АННОТАЦИЯ</u>	4
<u>1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ</u>	5

<u>2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ</u>	5
<u>3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ</u>	6
<u>4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ</u>	6
4.1 РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЁМКОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ РАБОТ	6
ПО СЕМЕСТРАМ	6
4.2 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	9910
4.3 ЛЕКЦИИ/ЛАБОРАТОРНЫЕ/ПРАКТИЧЕСКИЕ/ ЗАНЯТИЯ	11
<u>5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ</u>	13
<u>6. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ</u>	14
6.1. ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ИЛИ ИНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ И НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ	14
6.2. ОПИСАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И КРИТЕРИЕВ КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ОПИСАНИЕ ШКАЛ ОЦЕНИВАНИЯ	15
<u>7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ</u>	15
7.1 ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА	15
7.2 ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА	15
<u>8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)</u>	16
<u>9. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ (ПРИ НЕОБХОДИМОСТИ)</u>	16
<u>10. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)</u>	17
<u>11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ</u>	17
ВИДЫ И ФОРМЫ ОТРАБОТКИ ПРОПУЩЕННЫХ ЗАНЯТИЙ	17
<u>12. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯМ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ</u>	18

АННОТАЦИЯ
рабочей программы учебной дисциплины ФТД.02 «Фенотипирование в генетике, селекции и семеноводстве» для подготовки магистра по направлению «Агрономия» по направленности «Генетические технологии в селекции растений»

Цель освоения дисциплины: приобретение студентами теоретических знаний и практических навыков в области современных технологий цифрового фенотипирования растений; приобретение студентами навыков получения и обработки данных, полученных при использовании высокопроизводительных систем фенотипирования сельскохозяйственных культур; навыков осуществления поиска, хранения, обработки и анализа профессиональной информации из различных источников и баз данных, представления ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий, включая проведение расчетов и моделирование, с учетом основных требований информационной безопасности; умений принимать участие в разработке алгоритмов и программ, пригодных для практического применения в сфере своей профессиональной деятельности.

Место дисциплины в учебном плане: дисциплина включена в факультативную часть дисциплин учебного плана по направлению подготовки 35.04.04 – Агрономия направленность «Генетические технологии в селекции растений».

Требования к результатам освоения дисциплины: в результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции: УК-2.4; ПКос-1.3; ПКос-3.1

Краткое содержание дисциплины: Освоение дисциплины направлено на ознакомление студентов с теоретическими основами фенотипирования, системами высокопроизводительного фенотипирования, а также на овладение практическими методами поиска и анализа биологических последовательностей. Освещение современного состояния фенотипирования с точки зрения системного подхода позволяет заложить навыки работы с электронными ресурсами. В рамках дисциплины закладывается умение критически оценивать как преимущества, так и недостатки рассматриваемых технологий.

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Фенотипирование в генетике, селекции и семеноводстве» являются: являются «Теория эволюции», «Частная селекция и генетика».

Дисциплина «Фенотипирование в генетике, селекции и семеноводстве» дает дополнительные знания и навыки, которые могут использоваться при проведении научно-исследовательских работ и при прохождении производственной практики.

Общая трудоемкость дисциплины/в т.ч практическая подготовка: 144 часа/ 4 пр.подготовки (4 зач.ед.)

Промежуточный контроль: зачет.

1. Цель освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Фенотипирование в генетике, селекции и семеноводстве» является приобретение студентами теоретических знаний и практических навыков в области современных технологий цифрового фенотипирования растений; приобретение студентами навыков получения и обработки данных, полученных при использовании высокопроизводительных систем фенотипирования сельскохозяйственных культур; навыков осуществления поиска, хранения, обработки и анализа профессиональной информации из различных источников и баз данных, представления ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий, включая проведение расчетов и моделирование, с учетом основных требований информационной безопасности; умений принимать участие в разработке алгоритмов и программ, пригодных для практического применения в сфере своей профессиональной деятельности.

Освоение дисциплины направлено на ознакомление студентов с теоретическими основами фенотипирования, системами высокопроизводительного фенотипирования, а также на овладение практическими методами поиска и анализа биологических последовательностей. Освещение современного состояния фенотипирования с точки зрения системного подхода позволяет заложить навыки работы с электронными ресурсами. В рамках дисциплины закладывается умение критически оценивать как преимущества, так и недостатки рассматриваемых технологий.

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 факультативную часть дисциплин учебного плана по направлению подготовки 35.04.04 – Агрономия направленность «Генетические технологии в селекции растений».

Дисциплина «Фенотипирование в генетике, селекции и семеноводстве» реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОПОП ВО и Учебного плана по направлению 35.04.04 – Агрономия.

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Фенотипирование в генетике, селекции и семеноводстве» являются: являются «Теория эволюции» 1 сем, «Частная селекция и генетика» 1 сем.

Дисциплина «Фенотипирование в генетике, селекции и семеноводстве» дает дополнительные знания и навыки, которые могут использоваться при проведении научно-исследовательских работ и при прохождении производственной практики.

Особенностью дисциплины является фундаментальный подход к практической реализации целей освоения дисциплины, охватывающий широкий спектр теоретических знаний и практических навыков.

Рабочая программа дисциплины «Фенотипирование в генетике, 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

Образовательные результаты освоения дисциплины обучающимся, представлены в таблице 1.

4. Структура и содержание дисциплины

4.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 4 зач. ед. (144 часа), их распределение по видам работ семестрам представлено в таблице 2.

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-2	Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	УК-2.4 Организует и координирует работу участников проекта, способствует конструктивному преодолению возникающих разногласий и конфликтов, обеспечивает работу команды необходимыми ресурсами	современные информационные, компьютерные и сетевые технологии и базы данных и перспективы их использования в генетике растений	использовать современные информационные, компьютерные и сетевые технологии и базы данных	навыками использования современных информационных, компьютерных и сетевых технологий и баз данных в генетике растений
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-1.3 Применяет современные технологии для проведения научных исследований в области селекции и семеноводства	основные методы алгоритмизации, языки и технологии программирования, основные принципы технологий машинного зрения и спектральной визуализации	использовать знания основных методов алгоритмизации, языки и технологии программирования при решении профессиональных задач в области информационных систем и технологий; использовать знания основных принципов технологий машинного зрения и спектральной визуализации	навыками использования основных методов алгоритмизации, языков и технологии программирования; навыками использования основных принципов технологий машинного зрения и спектральной визуализации

3.	ПКос-3	Способен осуществить организацию, проведение и анализ результатов экспериментов (полевых опытов)	ПКос-3.1 Проводит научные исследования с использованием современных методов анализа растительных образцов	приемы и методы высокопроизводительного фенотипирования опушения зерен или колоса для выполнения необходимых расчетов по моделированию процессов и объектов при производстве сельскохозяйственной продукции	использовать приемы и методы высокопроизводительного фенотипирования опушения зерен или колоса для выполнения необходимых расчетов по моделированию процессов и объектов при производстве сельскохозяйственной продукции	приемами и методами высокопроизводительного фенотипирования опушения зерен или колоса для выполнения необходимых расчетов по моделированию процессов и объектов при производстве сельскохозяйственной продукции
----	--------	--	--	---	--	---

Таблица 2

Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Вид учебной работы	Трудоёмкость	
	час. всего	В т.ч. по семестрам
		№ 2
Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану	144	144
1. Контактная работа:	24,25	24,25/4
Аудиторная работа	24,25	24,25
<i>в том числе:</i>		
<i>лекции (Л)</i>	12	12
<i>практические занятия (ПЗ)</i>	12	12/4
<i>контактная работа на промежуточном контроле (КРА)</i>	0,25	0,25
2. Самостоятельная работа (СРС)	119,75	119,75
<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>	110,75	110,75
<i>Подготовка к зачету (контроль)</i>	9	9
Вид промежуточного контроля:	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/С всего	ПКР	
Раздел 1. Основные принципы технологий машинного зрения и спектральной визуализации					
Тема 1.1. Феномика и феномный анализ	14,75	2	-	-	12,75
Тема 1.2. Теория машинного зрения.	16,75/2	2	2/2	-	12,75
Тема 1.3. Спектральная визуализация	14,75	2	-	-	12,75
Тема 1.4. Гиперспектральный анализ	14,75	2	-	-	12,75
Тема 1.5. Технологии цифрового фенотипирования	14,75	2	-	-	12,75
Тема 1.6. Тенденции развития рынка цифрового фенотипирования	15,75/2	2	1/2	-	12,75

Наименование разделов и тем дисциплин (укрупнённо)	Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа СР
		Л	ПЗ/С всего	ПКР	
Раздел 2. Современные образцы оборудования и решений для феномного анализа					
Тема 2.1. Система цифрового фенотипирования растений Phenospex Microscan.	14,4	-	3	-	11,4
Тема 2.2 Гиперспектральная камера Muses9-HS	14,4	-	3	-	11,4
Тема 2.3. Мобильный анализатор Phenoscheck	14,45	-	3		11,45
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	0,25	-	-	0,25	-
подготовка к зачету (контроль)	9	-	-	-	9
Всего за 2 семестр	144	12	12/4	0,25	119,75

Раздел 1. Основные принципы технологий машинного зрения и спектральной визуализации

Тема 1.1. Феномика и феномный анализ

Обзор задач и методов феномики растений. Основные подходы. Получение и анализ двумерных цифровых изображений. Задачи, связанные с интеграцией данных по фенотипам и генотипам растений.

Тема 1.2. Теория машинного зрения.

Определение основных метрик для оценки точности алгоритмов: мера Жаккара, средняя абсолютная ошибка (MAE), средняя абсолютная процентная ошибка (MAPE), коэффициент корреляции Пирсона, ошибки классификации (числа ложных положительных и отрицательных, истинных положительных и отрицательных предсказаний), матрица ошибок, точность полнота, F-мера. Описано применение этих методов к решению задач массового высокопроизводительного фенотипирования сельскохозяйственных растений.

Тема 1.3. Спектральная визуализация

Полосы электромагнитного спектра. Инфракрасное излучение. Ультрафиолетовое излучение. Видимый свет. Идентификация материала объекта съемки. Определение физических и химических свойств объекта.

Тема 1.4. Гиперспектральный анализ

Гиперспектральная съемка. Индексы NDVI, GNDVI, CVI, NPCI, PSRI. Отражение растительных пигментов при гиперспектральном сканировании. Гиперспектральная съемка для диагностики заболеваний.

Тема 1.5. Технологии цифрового фенотипирования

Применение цифровых камер и 3D сканеров. Индексы вегетации.

Определение площади и наклона листьев растений. Определение объема биомассы.

Тема 1.6. Тенденции развития рынка цифрового фенотипирования

Актуальные задачи феномики растений. Создание систем хранения фенотипических данных и баз данных. Ускорение процесса сбора фенотипических данных. Основные базы данных для описания фенотипа пшеницы. База данных WheatPGE для описания генотипа, фенотипа и окружающей среды у пшеницы. База данных SpikeDroid DB.

Раздел 2. Современные образцы оборудования и решений для феномного анализа

Тема 2.1. Система цифрового фенотипирования растений Phenospex Microscan.

Устройство системы. Работа с программным обеспечением. Постановка эксперимента. Анализ данных. Математическое моделирование.

Тема 2.2 Гиперспектральная камера Muses9-HS

Установка и настройка системы. Настройка подсветки. Получение данных и построение гиперспектрального куба изображений. Визуализация данных и первичный анализ.

Тема 2.3. Мобильный анализатор Phenocheck

Подключение и настройка. Анализ в режиме реального времени. Обработка результатов.

4.3 Лекции/практические занятия

Таблица 4

Содержание лекций/ практических занятий и контрольные мероприятия

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций и лабораторных занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во Часов
Раздел 1. Основные принципы технологий машинного зрения и спектральной визуализации					15/4
1	Тема 1.1. Феномика и феномный анализ.	Лекция № 1 «Фенотипирование. Основные понятия. Применение»	У К - 2 . 4 ; П К о с - 1 . 3 ; ПКос-3.1	-	2
2	Тема 1.2. Теория машинного зрения.	Лекция № 2 «Машинное зрение. Современные методы обработки графических данных»	У К - 2 . 4 ; П К о с - 1 . 3 ; ПКос-3.1	-	2
		Практическое занятие №1 «Высокопроизводительно		анализ	

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций и лабораторных занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во Часов
		е фенотипирование опушения листа у растений»		конкретных ситуаций	1
		Практическое занятие №2 «Высокопроизводительное фенотипирование опушения зерен пшеницы»		анализ конкретных ситуаций	0,5/1
		Практическое занятие №3 «Высокопроизводительное фенотипирование опушения колоса пшеницы»		анализ конкретных ситуаций	0,5/1
3	Тема 1.3. Спектральная визуализация	Лекция № 3 «Визуализация спектрального фенотипа»	У К - 2 . 4 ; П К о с - 1 . 3 ; ПКос-3.1	-	2
4	Тема 1.4. Гиперспектральный анализ	Лекция № 4 «Гиперспектральное изображение»	У К - 2 . 4 ; П К о с - 1 . 3 ; ПКос-3.1	-	2
5	Тема 1.5. Технологии цифрового фенотипирования	Лекция № 5 «Технологии цифрового фенотипирования»	У К - 2 . 4 ; П К о с - 1 . 3 ; ПКос-3.1	-	2
6	Тема 1.6. Тенденции развития рынка цифрового фенотипирования	Лекция №6 «Фенотипирование. Настоящее и будущее»	У К - 2 . 4 ; П К о с - 1 . 3 ; ПКос-3.1	-	2
		Практическое занятие №4 «Базы данных для описания фенотипа пшеницы»		устный опрос по теме занятия	1
Раздел 2. Современные образцы оборудования и решений для феномного анализа					9
7	Тема 2.1. Система цифрового фенотипирования	Практическое занятие №5 «Принципы работы системы цифрового	У К - 2 . 4 ; П К о с - 1 . 3 ; ПКос-3.1	анализ конкретных ситуаций	3

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций и лабораторных занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во Часов
	ания растений PhenospeX Microscan	фенотипирования Microscan»			
8	Тема 2.2 Гиперспектральная камера Muses9-HS	Практическое занятие №6 «Принципы работы гиперспектральной камеры Muses9-HS»	У К - 2 . 4 ; П К о с - 1 . 3 ; ПКос-3.1	анализ конкретных ситуаций	3
9	Тема 2.3 Мобильный анализатор Phenochек	Практическое занятие №7 «Принципы работы мобильного анализатора Phenochек»	У К - 2 . 4 ; П К о с - 1 . 3 ; ПКос-3.1	анализ конкретных ситуаций	3

Таблица 5

Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины

№ п/п	Название раздела, темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
1	Тема 1.1. Феномика и феномный анализ.	Фенотипирование. История возникновения. Основные методы работы. Достижения. Перспективы. Применение. (УК-2.4; ПКос-1.3; ПКос-3.1)
2	Тема 1.6. Тенденции развития рынка цифрового фенотипирования	Работа с фенотипическими базами данных. Какие существуют хранилища данных, полученных в ходе фенотипирования (УК-2.4; ПКос-1.3; ПКос-3.1)

5. Образовательные технологии

Таблица 6

Применение активных и интерактивных образовательных технологий

№ п/п	Тема и форма занятия		Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий
1.	Цель, возможности, применение, ограничения фенотипирования	Л	лекция-дискуссия
2.	Базы данных для описания	ПЗ	мозговой штурм

	фенотипа пшеницы		
--	------------------	--	--

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) Примерные вопросы для обсуждения на практических занятиях

1. Фенотипирование как наука.
2. История возникновения фенотипирования.
3. Перспективы использования фенотипирования в генетике растений
4. Каким образом получают и визуализируют результаты фенотипирования.
5. Принципы работы машин для высокопроизводительного фенотипирования.

2) Перечень вопросов, выносимых на промежуточную аттестацию (зачет):

1. Цели фенотипирования.
2. Сфера применения фенотипирования.
3. Базы данных и их классификация.
4. Что такое визуальное фенотипирование растений?
5. Морфометрическая характеристика колоса.
6. В чем заключается метод высокопроизводительного фенотипирования?
7. Задачи феномики растений.
8. Получение и анализ изображений.
9. Укажите основные характеристики фенотипирования растений на примере корней.
10. Укажите основные характеристики фенотипирования растений на примере листьев.
11. Укажите основные характеристики фенотипирования растений на примере соцветия, семян и плодов.
12. Укажите основные характеристики фенотипирования растений на примере побегов.
13. Что удастся достигнуть при использовании компьютерного анализа при автоматическом фенотипировании?
14. Охарактеризуйте этапы создания базы образов данных образов растений.
15. В чем заключается технология высокопроизводительного фенотипирования, основанная на методе компьютерного анализа цифровых изображений?
16. Что такое феномика?
17. Приведите примеры использования фенотипирования в полевых условиях.
18. В чем преимущества компьютерного анализа при автоматическом фенотипировании?

19. Опишите принципы работы системы цифрового фенотипирования Microscan
20. Опишите принципы работы гиперспектральной камеры Muses9-HS.
21. Опишите принципы работы мобильного анализатора Phenoscheck.
22. Анализ данных при работе с системой цифрового фенотипирования Microscan.
23. Математическое моделирование при работе с системой цифрового фенотипирования Microscan.
24. Что такое гиперспектральный куб изображений?
25. Что такое гравиметрический анализ?
26. Что такое дерматоскопия?
27. Что такое камера роста?
28. Что такое компьютерное зрение?
29. Что такое сенсор?
30. Что такое спектроскопия?
31. Что такое фитотрон?
32. Обработка результатов, полученных с помощью гиперспектральной камеры Muses9-HS.
33. Обработка результатов, полученных с помощью мобильного анализатора Phenoscheck.
34. Перспективы использования фенотипирования.

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

Обучение студентов заканчивается зачетом.

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

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

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1 Основная 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. Евдокимов, Н. В. Иновационные методы создания селекционных достижений : монография / Н. В. Евдокимов. — Чебоксары : ЧГАУ, 2023. — 289 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. —

URL: <https://e.lanbook.com/book/391955>

3. Минюк, О. Н. Биофизика: раздел «Биофизика фотобиологических процессов» : учебно-методическое пособие / О. Н. Минюк. — Пинск : ПолесГУ, 2022. — 57 с. — ISBN 978-985-516-687-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/284477>

4. Егоров, В. В. Биосинергетика : учебник для вузов / В. В. Егоров, В. Л. Воейков. — Санкт-Петербург : Лань, 2024. — 152 с. — ISBN 978-5-507-49127-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/405452>

7.2 Дополнительная литература

1. Муслимов, М. Г. Инновационные технологии в агрономии : учебно-методическое пособие / М. Г. Муслимов. — Махачкала : ДагГАУ имени М.М.Джамбулатова, 2023. — 78 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/364394>

2. Имескенова, Э. Г. Ботаника / Э. Г. Имескенова, В. Ю. Татарникова. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2023. — 148 с. — ISBN 978-5-507-47177-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/337997>

3. Еремин, А. Л. Биофизика интеллекта и физика интеллектуальных систем : учебное пособие для вузов / А. Л. Еремин. — Санкт-Петербург : Лань, 2024. — 116 с. — ISBN 978-5-507-49734-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/428126>

4. Ботаника : учебное пособие / Н. С. Таймазова, М. Г. Муслимов, Г. И. Арнаутова, Ф. П. Цахуева. — Махачкала : ДагГАУ имени М.М.Джамбулатова, 2024. — 309 с. — ISBN 5-7944-0961-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/439271>

5. Биофизика. Оптические свойства биологических тканей животного и растительного происхождения / А. П. Нечипоренко, С. М. Орехова, У. Ю. Нечипоренко, Л. В. Плотникова. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 404 с. — ISBN 978-5-8114-9668-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/230300>

6. Машаев, С. Ш. Физика, биофизика : учебно-методическое пособие / С. Ш. Машаев, Р. А. Кутуев. — Грозный : ЧГУ им. А.А. Кадырова, 2023. — 119 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/439586>

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети

«Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

{В список включается перечень программных продуктов, используемых при проведении различных видов занятий (по видам), ссылки на ресурсы Internet}.

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

2. <https://www.embl.org/> - European Molecular Biology laboratory (открытый доступ)

3. <https://phenomics.ru/glossariy/fitotron.php> - Феномика (открытый доступ)

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

Таблица 7

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 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
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

11. Методические рекомендации обучающимся по освоению дисциплины

Для успешного усвоения каждой из тем дисциплины «Фенотипирование в генетике, селекции и семеноводстве» студент должен внимательно прослушать и законспектировать лекцию по конкретной теме, подготовиться к выполнению практической работы, ответить на вопросы преподавателя на практическом занятии. 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).

При подготовке к практической работе необходимо составить краткий (1-2 страницы) конспект теоретического материала. Домашняя подготовка является необходимой частью практической работы. Кроме того, ограниченное время, отводимое на выполнение практической работы, требует хорошо скорректированных действий студента, к которым также необходимо предварительно подготовиться.

Виды и формы отработки пропущенных занятий

Студент, пропустивший лекцию, представляет конспект по теме лекции. При пропуске практического занятия студент представляет реферат по теме практического занятия. Оценка рефератов и практических занятий – зачтено, не зачтено.

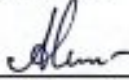
11. Методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине

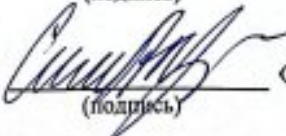
Главная задача дисциплины «Фенотипирование в генетике, селекции и семеноводстве» - сформировать у студентов целостное представление о принципах и методах получения и обработки данных, полученных при использовании высокопроизводительных систем фенотипирования сельскохозяйственных культур; научить планировать комплекс исследований по подготовке, проведению и оценке результатов эксперимента.

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 разработал (и):

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

Симагин А.Д., ассистент  «25» июня 2025 г.
(подпись)

Симагина А.С., ассистент  «25» июня 2025 г.
(подпись)

РЕЦЕНЗИЯ

на рабочую программу дисциплины «Фенотипирование в генетике, селекции и семеноводстве» ОПОП ВО по направлению 35.04.04 – «Агрономия», направленность «Генетические технологии в селекции растений» (квалификация выпускника – магистр)

Заверткиным Игорем Анатольевичем, и.о. заведующим кафедрой земледелия и методики опытного дела ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева, кандидатом сельскохозяйственных наук (далее по тексту рецензент), проведена рецензия рабочей программы дисциплины «Фенотипирование в генетике, селекции и семеноводстве» 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, профессор кафедры генетики, селекции и семеноводства, доктор сельскохозяйственных наук, Симагин Александр Дмитриевич, ассистент кафедры генетики, селекции и семеноводства, Симагина Анастасия Сергеевна, ассистент кафедры генетики, селекции и семеноводства).

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

1. Предъявленная рабочая программа дисциплины «Фенотипирование в генетике, селекции и семеноводстве» (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, формируемой участниками образовательных отношений учебного цикла – ФТД.02.

3. Представленные в Программе **цели** дисциплины соответствуют требованиям ФГОС направления 35.04.04 – «Агрономия».

4. В соответствии с Программой за дисциплиной «Фенотипирование в генетике, селекции и семеноводстве» закреплено **3 компетенции**. Дисциплина «Фенотипирование в генетике, селекции и семеноводстве» 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 «Фенотипирование в генетике, селекции и семеноводстве» составляет 4 зачётных единицы (144 часа), в том числе 4 часа на подготовку.

7. Информация о взаимосвязи изучаемых дисциплин и вопросам исключения дублирования в содержании дисциплин соответствует действительности. Дисциплина «Фенотипирование в генетике, селекции и семеноводстве» 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 дисциплин, использующих знания в области геномного редактирования 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 «Фенотипирование в генетике, селекции и семеноводстве» предполагает проведение 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 (опрос в форме обсуждения отдельных вопросов), соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

Форма промежуточного контроля знаний студентов, предусмотренная Программой, осуществляется в форме зачета, что соответствует статусу дисциплины как факультативной – ФТД.02 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 – 4 источника (базовых учебников), дополнительной литературой – 6 наименований и соответствует требованиям ФГОС направления 35.04.04 – «Агрономия».

14. Материально-техническое обеспечение дисциплины соответствует специфике дисциплины «Фенотипирование в генетике, селекции и семеноводстве» 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 «Фенотипирование в генетике, селекции и семеноводстве».

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

На основании проведенной рецензии можно сделать заключение, что характер, структура и содержание рабочей программы дисциплины «Фенотипирование в генетике, селекции и семеноводстве» ОПОП ВО по направлению 35.04.04 – «Агрономия», направленность «Генетические технологии в селекции растений» (квалификация выпускника – магистр), разработанная Вертиковой Е.А., профессором кафедры генетики, селекции и семеноводства ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», доктором сельскохозяйственных наук, Симагиным А.Д., ассистентом кафедры генетики, селекции и семеноводства ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», Симагиной А.С., ассистентом кафедры генетики, селекции и семеноводства ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева» соответствует требованиям ФГОС ВО, современным требованиям экономики, рынка труда и позволит при её реализации успешно обеспечить формирование заявленных компетенций.

Рецензент: Заверткин И.А., и.о. заведующего кафедрой земледелия и методики опытного дела ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

 «25» июня 2025 г.
(подпись)