

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Макаров Сергей Сергеевич

Должность: И.о. директора института садоводства и ландшафтной архитектуры

Дата подписания: 2025-08-26 16:46:05

Уникальный программный ключ:

75bfa38f9a1832dda82cd3ecd1bfa3eefe320d6



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.О.01.03 Искусственный интеллект в науке и селекции**  
**растений**

для подготовки магистров

ФГОС ВО

Направление 35.04.05 «Садоводство»

Направленность (программа) «Технологии адаптивного и органического плодоводства, виноградарства и питомниководства», «Биотехнология и селекция растений», «Стратегические направления и адаптивные технологии в овощеводстве и лекарственном растениеводстве»

Курс: 2

Семестр: 3

Форма обучения: очная

Год начала подготовки: 2025

Москва, 2025

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

Я.Т.Эйдлин, к.с.-х.н. ассистент \_\_\_\_\_

(ФИО, ученая степень, ученое звание)

«28» августа 2025 г.

Рецензент: Монахос Г.Ф., к.с.-х.н., ст.н.с. \_\_\_\_\_

(ФИО, ученая степень, ученое звание)

(подпись)

«28» августа 2025 г.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО, профессионального стандарта и учебного плана по направлению подготовки 35.04.05 «Садоводство».

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 \_\_\_\_\_

(ФИО, ученая степень, ученое звание)

(подпись)

«28» августа 2025 г.

**Согласовано:**

Председатель учебно-методической комиссии института садоводства и ландшафтной архитектуры

Маланкина Е.Л., д.с.-х.н., профессор \_\_\_\_\_

(ФИО, ученая степень, ученое звание)

(подпись)

«28» августа 2025 г.

Заведующий выпускающей кафедрой молекулярной селекции, клеточных технологий и семеноводства

С.Г. Монахос, д.с.-х.н., профессор \_\_\_\_\_

(ФИО, ученая степень, ученое звание)

(подпись)

«28» августа 2025 г.

Заведующий выпускающей кафедрой плодоводства, виноградарства и виноделия

А.В. Соловьев, к.с.-х.н., доцент \_\_\_\_\_

(ФИО, ученая степень, ученое звание)

(подпись)

«28» августа 2025 г.

Заведующий выпускающей кафедрой декоративного садоводства и газоноведения

С.С. Макаров, д.с.-х.н. \_\_\_\_\_

(ФИО, ученая степень, ученое звание)

(подпись)

«28» августа 2025 г.

И.о. заведующего выпускающей кафедрой овощеводства

В.И. Терехова, к.с.-х.н., доцент \_\_\_\_\_

(ФИО, ученая степень, ученое звание)

(подпись)

«28» августа 2025 г.

Заведующий отделом комплектования ЦНБ /

\_\_\_\_\_

(подпись)

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ</b> .....	<b>4</b>
<b>2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ</b> .....	<b>5</b>
<b>3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «МЕТОДЫ МОЛЕКУЛЯРНОЙ БИОЛОГИИ В СЕЛЕКЦИИ», СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ</b> .....	<b>5</b>
<b>4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ</b> .....	<b>5</b>
4.1 РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЁМКОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ РАБОТ.....	5
ПО СЕМЕСТРАМ .....	5
4.2 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....	7
4.3 ЛЕКЦИИ И ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ.....	8
<b>5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ</b> .....	<b>11</b>
<b>6. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ</b> .....	<b>11</b>
6.1. ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ИЛИ ИНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ И НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ .....	11
<b>7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ</b> .....	<b>16</b>
7.1 ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА.....	16
7.2 ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА .....	16
<b>8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)</b> .....	<b>17</b>
<b>9. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ</b> .....	<b>17</b>
<b>10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ СТУДЕНТАМ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ</b> .....	<b>18</b>
Виды и формы отработки пропущенных занятий.....	18
<b>12. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯМ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ</b> .....	<b>18</b>

**АННОТАЦИЯ**  
**рабочей программы учебной дисциплины**  
**Б1.О.01.03 Искусственный интеллект в науке и**  
**селекции**

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

**Цель освоения дисциплины:** формирование у магистрантов углубленных профессиональных знаний об основных современных методах молекулярной генетики – молекулярное маркирование, создание картирующих популяций, разработка генетических карт, локализация локусов количественных признаков, направленных на повышение эффективности и ускорение селекционного процесса. Ознакомление с особенностями сопровождения селекции, современными молекулярно-генетическими инструментами при создании исходного материала, селекционных популяций, отборе и при создании чистых линий садовых культур

**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 формируются следующие компетенции: УК-1.1; УК-1.2; УК-1.3; УК-1.4; ОПК-3.1; ОПК-3.2.

**Краткое содержание дисциплины:** Дисциплина «Искусственный интеллект в науке и селекции» призвана дать студенту теоретические знания и практические навыки в области молекулярных методов селекции растений. Рассмотрены основные методы молекулярной генетики, возможности интенсификации селекционной работы с их применением. Особое внимание уделено таким методам как: молекулярное маркирование, генетическое картирование и др. Представлены вопросы интеграции современных (молекулярно-генетических) и классических (гибридизация, отбор) методов селекции, позволяющих создавать, идентифицировать и поддерживать ценные генотипы, используемые при создании чистых линий, сортов и F1-гибридов.

**Общая трудоемкость дисциплины:** 144/4 (часы/зач. ед.)

**Промежуточный контроль:** экзамен

### 1. Цель освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Искусственный интеллект в науке и селекции» является формирование у магистрантов углубленных

профессиональных знаний об основных современных методах молекулярной генетики – молекулярное маркирование, создание картирующих популяций, разработка генетических карт, локализация локусов количественных признаков, направленных на повышение эффективности и ускорение селекционного процесса. Ознакомление с особенностями сопровождения селекции, современными молекулярно-генетическими инструментами при создании исходного материала, селекционных популяций, отборе и при создании чистых линий садовых культур.

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

Дисциплина «Искусственный интеллект в науке и селекции» включена в часть учебного плана, формируемую участниками образовательных отношений (Б1.В.01). Реализация в дисциплине «Искусственный интеллект в науке и селекции» требований ФГОС ВО, ОПОП и Учебного плана по направлению 35.04.05 «Садоводство» для подготовки магистров направленности «Технологии адаптивного и органического плодоводства, виноградарства и питомниководства», «Биотехнология и селекция растений», «Стратегические направления и адаптивные технологии в овощеводстве и лекарственном растениеводстве».

Дисциплина «Искусственный интеллект в науке и селекции» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: «Биоинформатика», «Тенденции в развитии технологий селекции и семеноводства», «Геномика растений».

Особенностью дисциплины является формирования у обучающихся представления о состоянии селекции овощных, плодовых и декоративных культур, классических и современных методах создания исходного материала, основных этапах селекционного процесса, молекулярных способах ускорения селекционного процесса, методах оценки хозяйственно ценных признаков, молекулярной биологии.

Рабочая программа дисциплины «Искусственный интеллект в науке и селекции» 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 «Искусственный интеллект в науке и селекции», 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 4 зач.ед. (144 часов), их распределение по видам работ представлено в таблице 2.

## 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-1.1	Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действий	УК-1.1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действий	принципы системного анализа и критического мышления, типы проблемных ситуаций	выявлять суть проблемы, разбивать её на элементы, анализировать причинно-следственные связи и на этой основе формулировать общую стратегию действий	навыками применения инструментов системного анализа (как ментальные карты или диаграммы причин) и технологиями целеполагания для разработки стратегии
2	УК-1.2	Осуществляет поиск вариантов решения поставленной проблемной ситуации на основе доступных источников информации	УК-1.2. Осуществляет поиск вариантов решения поставленной проблемной ситуации на основе доступных источников информации	виды и критерии достоверности информационных ресурсов (научные, патентные, отраслевые)	определять необходимую для решения информацию, эффективно вести поиск в профессиональных базах данных, систематизировать найденные данные и на их основе генерировать альтернативные варианты решений	навыками работы с ключевыми базами данных и методами сравнительного анализа информации для генерации идей

3	УК-1.3	<p>Определяет в рамках выбранного алгоритма вопросы (задачи), подлежащие дальнейшей разработке. Предлагает способы их решения</p>	<p>УК-1.3. Определяет в рамках выбранного алгоритма вопросы (задачи), подлежащие дальнейшей разработке. Предлагает способы их решения</p>	<p>основные типы алгоритмов и принципы планирования</p>	<p>анализировать выбранный общий алгоритм, выделять в нём конкретные задачи, требующие детальной проработки, определять их приоритеты и предлагать реалистичные методы решения для каждой</p>	<p>навыками декомпозиции целей на задачи (например, с помощью дерева целей) и техникой подбора конкретных методов под специфику каждой задачи.</p>
4	УК-1.4	<p>Разрабатывает стратегию достижения поставленной цели как последовательность шагов, предвидя результат каждого из них и оценивая их влияние на внешнее окружение планируемой деятельности и на взаимоотношения участников этой деятельности</p>	<p>УК-1.4. Разрабатывает стратегию достижения поставленной цели как последовательность шагов, предвидя результат каждого из них и оценивая их влияние на внешнее окружение планируемой деятельности и на взаимоотношения участников этой деятельности</p>	<p>принципы стратегического планирования, основы анализа заинтересованных сторон и методы оценки рисков</p>	<p>разрабатывать детальный пошаговый план, прогнозировать результаты каждого этапа, анализировать влияние плана на внешнюю среду и взаимоотношения участников, а также корректировать стратегию с учётом этих последствий</p>	<p>навыками составления планов-графиков (как диаграмма Ганта), методами сценарного анализа и инструментами управления ожиданиями ключевых участников.</p>
5	ОПК-3.1	<p>Анализирует методы и способы решения задач по разработке новых технологий в садоводстве</p>	<p>ОПК-3.1. Анализирует методы и способы решения задач по разработке новых технологий в садоводстве</p>	<p>современное состояние, тенденции и ключевые технологии в садоводстве, а также критерии их эффективности</p>	<p>проводить сравнительный анализ различных агротехнических, биотехнологических и иных методов, выявлять их сильные и слабые стороны, оценивая</p>	<p>методикой сравнительно-аналитического обзора научно-технической информации и навыками оценки технологий с позиций ресурсоэффективности</p>

					применимость для решения конкретных отраслевых задач	
6	ОПК-3.2	Использует информационные ресурсы, достижения науки и практики при разработке новых технологий в садоводстве	ОПК-3.2. Использует информационные ресурсы, достижения науки и практики при разработке новых технологий в садоводстве	специализированные информационные ресурсы в области садоводства (научные журналы, патентные базы, реестры сортов) и основные достижения науки и практики	целенаправленно находить и отбирать новейшие данные, интегрировать эти знания в процесс проектирования новой технологии и обосновывать свои решения ссылками на современные достижения	навыками работы с профильными отраслевыми базами данных и методами адаптации известных решений для создания инновационных технологических цепочек.

Таблица 2

## Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Вид учебной работы	Трудоёмкость
	час.
<b>Общая трудоёмкость</b> дисциплины по учебному плану	<b>144</b>
<b>1. Контактная работа:</b>	<b>26,4</b>
<b>Аудиторная работа</b>	<b>26,4</b>
<i>в том числе:</i>	
<i>лекции (Л)</i>	4
<i>практические занятия (ПЗ)</i>	20
<i>консультации перед экзаменом</i>	2
<i>контактная работа на промежуточном контроле (КРА)</i>	0,4
<b>2. Самостоятельная работа (СРС)</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>	90,6
<i>Подготовка к экзамену (контроль)</i>	27
Вид промежуточного контроля:	Экзамен

## 4.2 Содержание дисциплины

Таблица 3

## Тематический план учебной дисциплины

Наименование разделов и тем дисциплин (укрупнённо)	Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа СР
		Л	ПЗ	ПКР	
<b>Раздел 1 Биоинформатические методы в селекции растений</b>	<b>46</b>	<b>2</b>	<b>8</b>	<b>-</b>	<b>36</b>
<b>Тема 1. Введение. ИИ как драйвер современной маркер-ориентированной селекции</b>	14	2	-	-	12
<b>Тема 2. Биоинформатика для селекционера: предобработка данных генотипирования</b> Работа с VCF-файлами, фильтрация SNP, оценка качества маркеров.	16	-	4	-	12
<b>Тема 3: Машинное обучение для поиска ассоциаций (GWAS).</b> Применение методов регрессии для идентификации маркеров, связанных с целевыми признаками.	16	-	4	-	12

Наименование разделов и тем дисциплин (укрупнённо)	Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа СР
		Л	ПЗ	ПКР	
<b>Раздел 2 ИИ-методы для дизайна праймеров и зондов</b>	<b>45</b>	<b>2</b>	<b>8</b>	<b>-</b>	<b>35</b>
<b>Тема 4: Применение ИИ в молекулярной селекции.</b> Классические правила и их ограничения. Роль ИИ в предсказании специфичности и эффективности праймеров/зондов	14	2	-	-	12
<b>Тема 5:</b> Типы молекулярных маркеров и их применение в селекции растений. .	16	-	4	-	12
<b>Тема 6: Практикум по дизайну маркеров.</b> Использование ИИ-улучшенных инструментов (на основе примеров, Primer-BLAST, uMELT, или обзор коммерческих ИИ-платформ) для создания маркеров на основе выявленных SNP. Прогнозирование вторичной структуры и специфичности гибридизации с помощью алгоритмов машинного обучения.	15	-	4	-	11
<b>Раздел 3. Прогнозное моделирование и оптимизация селекционных программ</b>	<b>23,6</b>	<b>-</b>	<b>4</b>	<b>0,4</b>	<b>19,6</b>
<b>Тема 7: Практикум, выравнивание последовательностей</b> BLAST, типы выравниваний	13	-	2	-	11
<b>Тема 8: Оптимизация схем скрещиваний с помощью ИИ.</b> Предсказание комбинационной способности и выявление идеальных родительских пар на основе их маркерных профилей.	10,6	-	2	-	8,6
Контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	0,4	-	-	0,4	-
Подготовка к экзамену	27	-	-	-	27
<b>Итого по дисциплине</b>	<b>144</b>	<b>4</b>	<b>20</b>	<b>0,4</b>	<b>90,6</b>

## **Раздел 1 Биоинформатические методы в селекции растений**

### **Тема 1. Введение. ИИ как драйвер современной маркер-ориентированной селекции**

Перечень рассматриваемых вопросов: актуальность темы, эволюция селекции, суть маркер-ориентированной селекции, роль и применение ИИ (машинное обучение, геномная селекция, высокоэффективное фенотипирование), преимущества и проблемы внедрения, будущие тренды.

### **Тема 2. Биоинформатика для селекционера: предобработка данных генотипирования**

Перечень рассматриваемых вопросов: цель и задачи предобработки данных, форматы исходных данных генотипирования (VCF, PLINK), контроль качества (пропущенные генотипы, MAF, отклонение от равновесия Харди-Вайнберга), фильтрация маркеров и образцов, коррекция технических артефактов и поправка на популяционную стратификацию, подготовка данных для последующего анализа.

### **Тема 3. Машинное обучение для поиска ассоциаций (GWAS).**

Перечень рассматриваемых вопросов: цель и задачи GWAS, статистические подходы (линейные модели), вклад популяционной стратификации и ее учет, применение методов машинного обучения (случайный лес, градиентный бустинг) для выявления сложных генетических ассоциаций, оценка значимости и проверка на ложные открытия, интерпретация результатов.

## **Раздел 2. ИИ-методы для дизайна праймеров и зондов**

### **Тема 4: Применение ИИ в молекулярной селекции.**

Перечень рассматриваемых вопросов: предсказательная селекция (геномная селекция с помощью ИИ-моделей), точное фенотипирование с компьютерным зрением, оптимизация схем скрещиваний, проектирование идеотипа, анализ мульти-омиксных данных для понимания механизмов признаков, повышение точности и ускорение селекционного цикла.

**Тема 5:** Типы молекулярных маркеров и их применение в селекции растений.

Перечень рассматриваемых вопросов: основные типы молекулярных маркеров (SSR, SNP, InDels), принципы их детекции (ПЦР, секвенирование), сравнительная характеристика (информативность, стоимость, автоматизация), применение в селекции для картирования генов, оценки генетического разнообразия, маркер-ориентированного отбора и ускорения селекции.

### **Тема 6: Практикум по дизайну маркеров.**

Перечень рассматриваемых вопросов: источники данных для дизайна (геномные последовательности, транскриптомы, базы данных маркеров), стратегии дизайна для разных типов маркеров (SSR, SNP, InDel), принципы работы с программами для дизайна (Primer3, Primer-BLAST, MISA), критерии оценки качества праймеров, специфичность и валидация *in silico*, оптимизация для мультиплексного анализа.

### Раздел 3. Прогнозное моделирование и оптимизация селекционных программ

#### Тема 7: Практикум, выравнивание последовательностей

Перечень рассматриваемых вопросов: задачи выравнивания в селекции, алгоритмы и программы (BLAST, Clustal Omega, MUSCLE), виды выравнивания (попарное, множественное), оценка качества (матрицы замен, штрафы за разрывы), визуализация и интерпретация результатов, практическое применение: поиск консервативных участков, SNP-генотипирование, филогенетический анализ.

#### Тема 8: Оптимизация схем скрещиваний с помощью ИИ.

Перечень рассматриваемых вопросов: цели и задачи оптимизации скрещиваний, формализация селекционной цели и ограничений, модели предсказания успеха скрещиваний на основе генотипических данных (ML, реинфорсмент-обучение), алгоритмы поиска оптимальных родительских пар и схем скрещиваний (поиск на графах, генетические алгоритмы), критерии выбора (максимизация генетического разнообразия, скорости генетического прогресса, минимизация инбридинга), интеграция с прогнозом комбинационной способности (ПСК), практические примеры и симуляции.

### 4.3 Лекции и практические занятия

Таблица 4

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

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/практических/семинарских занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
1	Раздел 1 Биоинформатические методы в селекции растений				
	<b>Тема 1. Введение. ИИ как драйвер современной маркер-ориентированной селекции</b>	Лекция 1. ИИ как драйвер современной маркер-ориентированной селекции		-	2
2	<b>Тема 2. Биоинформатика для селекционера: предобработка данных генотипирования</b>	Практическое занятие №1		Устный опрос	4
		Практическое занятие №2		УК-1.1; УК-1.2	Тестирование

3	<b>Тема 3. Машинное обучение для поиска ассоциаций (GWAS).</b>	Практическое занятие №3		Устный опрос	4
		Практическое занятие №4		Тестирование	
Раздел 2. ИИ-методы для дизайна праймеров и зондов					
4	<b>Тема 4: Применение ИИ в молекулярной селекции.</b>	Лекция 2. Искусственный интеллект в Селекции		-	2
5	<b>Тема 5: Типы молекулярных маркеров и их применение в селекции растений.</b>	Практическое занятие №5		Устный опрос	4
		Практическое занятие №6		Тестирование	
6	<b>Тема 6: Практикум по дизайну маркеров.</b>	Практическое занятие №7		Устный опрос	4
		Практическое занятие №8	УК-1.3; УК-1.4	Тестирование	
Раздел 3. Прогнозное моделирование и оптимизация селекционных программ					
7	<b>Тема 7: Практикум, выравнивание последовательностей</b>	Практическое занятие №9		Устный опрос	4
		Практическое занятие №10		Тестирование	
8	<b>Тема 8: Оптимизация схем скрещиваний с помощью ИИ.</b>	Практическое занятие №11	ОПК-3.1; ОПК-3.2	Тестирование	2

Таблица 5

**Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины**

№	Название раздела, темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
п/п		
1	<b>Тема 1. Введение. ИИ как драйвер современной маркер-ориентированной селекции</b>	Каковы основные ограничения классической селекции и как ИИ их преодолевает? Приведите конкретные примеры.
2	<b>Тема 2. Биоинформатика для селекционера: предобработка данных генотипирования</b>	Почему фильтрация по MAF и равновесию Харди-Вайнберга критически важна перед GWAS? К каким ошибкам может привести её игнорирование?
3	<b>Тема 3. Машинное обучение для поиска ассоциаций (GWAS).</b>	В чём ключевое преимущество методов машинного обучения (например, случайный лес) перед классической

		линейной регрессией в GWAS для сложных признаков?
4	<b>Тема 4: Применение ИИ в молекулярной селекции.</b>	Как компьютерное зрение для анализа изображений растений превращает качественный фенотип в количественные данные для ИИ-моделей?
5	<b>Тема 5: Типы молекулярных маркеров и их применение в селекции растений.</b>	В чём главное практическое преимущество SNP-маркеров перед SSR-маркерами для крупномасштабной селекции?
6	<b>Тема 6: Практикум по дизайну маркеров.</b>	Какие три ключевых параметра праймера (Tm, GC%, длина) необходимо проверять в первую очередь и почему?
7	<b>Тема 7: Практикум, выравнивание последовательностей</b>	Для каких двух основных задач в селекции используется множественное выравнивание последовательностей (MAS)? (Например, поиск консервативных регионов для дизайна праймеров).
8	<b>Тема 8: Оптимизация схем скрещиваний с помощью ИИ.</b>	Как оптимизация схем скрещиваний с помощью ИИ помогает балансировать между краткосрочным генетическим прогрессом и долгосрочным поддержанием генетического разнообразия в популяции?

## 5. Образовательные технологии

Таблица 6

### Применение активных и интерактивных образовательных технологий

№ п/п	Тема и форма занятия	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий (форм обучения)
1	Тема 1. Введение. ИИ как драйвер современной маркер-ориентированной селекции	Дискуссионное занятие
2	Тема 2. Биоинформатика для селекционера: предобработка данных генотипирования	Дискуссионное занятие
3	Тема 3. Машинное обучение для поиска ассоциаций (GWAS).	Дискуссионное занятие
4	Тема 4: Применение ИИ в молекулярной селекции.	Дискуссионное занятие
5	Тема 5: Типы молекулярных маркеров и их применение в селекции растений.	Дискуссионное занятие
6	Тема 6: Практикум по дизайну маркеров.	Дискуссионное занятие

7	Тема 7: Практикум, выравнивание последовательностей	Дискуссионное занятие
8	Тема 8: Оптимизация схем скрещиваний с помощью ИИ.	Дискуссионное занятие

## **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. Рестрицирующие эндонуклеазы – это:

- a) ферменты, расщепляющие двухцепочечные молекулы ДНК растений (*правильно*)
- b) ферменты, расщепляющие одноцепочечные молекулы ДНК вирусов

- c) ферменты, расщепляющие двухцепочечные молекулы ДНК всех видов
- d) ядерное вещество

2. Ферментов, обладающих рестриктазной активностью известно:

- a) Более 1500
- b) Более 600 (*правильно*)
- c) Менее 50
- d) Менее 300

3. Гель-электрофорез применяется для:

- a) Разделения белков и нуклеиновых кислот (*правильно*)
- b) Разделения только нуклеиновых кислот
- c) Аккумуляции нуклеиновых кислот
- d) Синтеза нуклеиновых кислот

4. Укажите правильную закономерность при разделении молекул ДНК гель-электрофорезом:

- a) Чем меньше размер молекул, тем медленнее они движутся
- b) Чем меньше размер молекул, тем быстрее они движутся (*правильно*)
- c) Чем больше размер молекул, тем быстрее они движутся
- d) Все молекулы ДНК движутся с одинаковой скоростью

5. За ходом электрофореза следят по:

- a) Солнцу
- b) Напряжению
- c) Перемещению в геле красителя (*правильно*)
- d) Количеству буфера в кювете

6. Рестрикционный анализ ДНК в чистом виде пригоден для анализа:

- a) плазмид бактерий (*правильно*)
- b) хлоропластов
- c) геномов растений
- d) митохондрий

7. Рестрикция и ДНК гибридизация – компоненты:

- a) RFLP маркерной системы (*правильно*)
- b) SCAR маркерной системы
- c) RAPD маркерной системы
- d) AP-PCR маркерной системы

8. Укажите правильную последовательность ПЦР-амплификации:

- a) Денатурация, синтез, отжиг
- b) Денатурация, отжиг, синтез (*правильно*)
- c) Синтез, отжиг, денатурация
- d) Отжиг, синтез, денатурация

9. Денатурация ДНК происходит при температуре:
- a) 36-40°C
  - b) 40-65°C
  - c) 70-85°C
  - d) 90-95°C (*правильно*)

10. Аббревиатура для «полимеразной цепной реакции с произвольным праймированием»:
- a) RFLP
  - b) SCAR
  - c) RAPD
  - d) AP-PCR (*правильно*)

### **Примерные вопросы для подготовки к контрольным работам**

1. Функциональная геномика и ее применение в селекции растений.
2. Ферменты рестрикции, их применение.
3. Секвенирование, назначение, применение в селекции растений.
4. Саузерн-гибридизация, нозерн-гибридизация.
5. Рестрицирующие эндонуклеазы; принцип маркирования на основе их использования.
6. ПЦР-маркеры, их назначение и использование, типы маркеров в зависимости от длины праймера.
7. Применение молекулярных маркеров в селекции растений - маркер опосредованная селекция (MAS – marker assisted).
8. Полимеразная цепная реакция (ПЦР), разделение и визуализация продуктов амплификации.
9. Подбор родительских пар для создания картирующей популяции, типы картирующих популяций
10. Микроаррей чипы – создание, этапы ДНК микроаррей эксперимента, применение ДНК микроаррей в селекции растений
11. Маркеры признаков растений в селекции, основные классы молекулярных маркеров.
12. Локусы количественных признаков (QTLs – quantitative traits loci) в селекции растений.
13. Классическая геномика, секвенирование геномов, сравнительная геномика и их применение в селекции растений.
14. Качественные, количественные признаки, методы QTL картирования.
15. Гель – электрофорез, назначение и использование.
16. Биоинформатика в селекции растений.
17. Анализ расщепления молекулярных маркеров и построение генетической карты.

## Примерный перечень вопросов, выносимых на аттестацию (экзамен)

1. Роль искусственного интеллекта в современной маркер-ориентированной селекции растений.
2. Основные этапы предобработки данных генотипирования (VCF, PLINK) для последующего анализа с применением ИИ.
3. Методы машинного обучения в GWAS: сравнительный анализ классических статистических подходов и алгоритмов ИИ (случайный лес, градиентный бустинг).
4. Применение искусственного интеллекта в дизайне праймеров и зондов: преимущества перед классическими методами.
5. Типы молекулярных маркеров (SNP, SSR, InDels) и возможности их анализа с использованием ИИ-инструментов.
6. ИИ-платформы для дизайна маркеров: обзор возможностей и примеры применения (Primer-BLAST, uMELT, коммерческие решения).
7. Прогнозирование вторичной структуры ДНК и специфичности гибридизации с помощью алгоритмов машинного обучения.
8. Применение компьютерного зрения и ИИ для высокопроизводительного фенотипирования в селекции растений.
9. Оптимизация схем скрещиваний с использованием ИИ: моделирование комбинационной способности и выбор родительских пар.
10. Интеграция мульти-омиксных данных (геномика, транскриптомика, метаболомика) в ИИ-модели для ускорения селекционного процесса.
11. Этические и практические ограничения внедрения ИИ в селекцию и сельское хозяйство.
12. Примеры успешного применения ИИ в селекции плодовых, овощных и декоративных культур.
13. Роль биоинформатики в поддержке ИИ-решений для селекции: инструменты, базы данных, pipelines.
14. Перспективы развития ИИ в селекции: глубокое обучение, reinforcement learning, генеративные модели.
15. Маркер-опосредованная селекция (MAS): основные принципы, этапы и преимущества перед традиционной селекцией.
16. Типы молекулярных маркеров, используемых в MAS: SNP, SSR, CAPS — сравнительная характеристика.
17. Выбор маркеров для MAS: критерии отбора (сцепленность с локусом, полиморфизм, стоимость анализа).

18. Интеграция MAS в селекционные программы плодовых культур: примеры успешного применения.
19. Ограничения MAS: причины неудач и пути их преодоления.
20. Мультиплексный ПЦР-анализ в MAS: оптимизация и автоматизация.
21. MAS для моногенных признаков vs полигенных (QTL): различия в подходах.
22. Использование MAS для ускорения беккроссных программ.
23. Создание и валидация маркеров для MAS на основе данных секвенирования нового поколения (NGS).
24. Экономическая эффективность внедрения MAS в коммерческую селекцию.
25. Классические правила дизайна праймеров (длина, T<sub>m</sub>, GC-состав, вторичные структуры).
26. Ограничения традиционных алгоритмов дизайна праймеров (Primer3, Primer-BLAST).
27. Роль ИИ в предиктивном моделировании эффективности праймеров.
28. Нейросетевые модели для предсказания специфичности праймеров к геному.
29. Дизайн праймеров для SNP-генотипирования: особенности и инструменты.
30. Оптимизация праймеров для мультиплексной ПЦР с помощью машинного обучения.
31. Предсказание температуры плавления (T<sub>m</sub>) и вторичных структур олигонуклеотидов с использованием ИИ.
32. Дизайн зондов для гидридизационных методов (микрочипы, секвенирование): роль ИИ.
33. Валидация праймеров *in silico*: использование баз данных и алгоритмов BLAST-аналоги.
34. Автоматизация дизайна праймеров в высокопроизводительных селекционных проектах.
35. Статистические модели в GWAS: линейные смешанные модели (LMM), учет популяционной стратификации.
36. Применение случайного леса (Random Forest) для выявления SNP-ассоциаций в сложных признаках.
37. Градиентный бустинг (XGBoost, LightGBM) в GWAS: преимущества и ограничения.
38. Отбор признаков (feature selection) в GWAS с помощью методов машинного обучения.
39. Интерпретация результатов GWAS, полученных с использованием ИИ-моделей.

40. Интеграция GWAS с транскриптомными данными с помощью глубокого обучения.
41. Предсказание фенотипа по генотипу с использованием регрессионных моделей на основе GWAS-данных.
42. Многозадачное обучение (multi-task learning) в GWAS для нескольких взаимосвязанных признаков.
43. Автоматизация обработки GWAS-пайплайнов с использованием скриптовых языков и облачных платформ.
44. Визуализация результатов GWAS: современные инструменты и методы.
45. Предобработка данных генотипирования (VCF-файлы): фильтрация по качеству, MAF, HW-равновесию.
46. Поправка на популяционную стратификацию в GWAS: методы и алгоритмы.
47. Использование Python/R для анализа данных секвенирования в селекции растений.
48. Базы данных для маркер-ориентированной селекции: Gramene, PlantGDB, NCBI — возможности и применение.
49. Создание и анализ генетических карт с использованием биоинформатических инструментов.
50. Аннотация SNP: функциональная интерпретация с помощью баз данных (Ensembl Plants, PLAZA).
51. Обработка данных фенотипирования (изображения, спектральные данные) для интеграции с генотипированием.
52. Облачные платформы для биоинформатического анализа (Galaxy, CyVerse) в селекционных исследованиях.
53. Автоматизация пайплайнов анализа NGS-данных в селекции (Snakemake, Nextflow).
54. Этические и правовые аспекты работы с геномными данными в селекции растений.

## **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* – экзамен, 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 (экзамена).

Таблица 7

### Система рейтинговой оценки

Оценочные средства	Баллы			
	Устный опрос	0-1	2-3	4
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
Экзамен	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 экзамена по дисциплине необходимо:

- фактический рейтинг семестрового контроля должен составлять более 50% от нормативного рейтинга семестрового контроля для дисциплины ( $R_{\text{факт.сем}} > 50\% R_{\text{норм семестр}}$ ), 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)

85,1-100%

65,1 – 85 %

60,1 – 65 %

Менее 60 %

Оценка по традиционной шкале

Отлично

Хорошо

Удовлетворительно

Неудовлетворительно

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 7.1 Основная литература

1. Цымбаленко, Н. В. Практикум по молекулярно-биологическим методам : учебное пособие / Н. В. Цымбаленко, А. А. Жукова, П. С. Кудрявцева. — Санкт-Петербург : РГПУ им. А. И. Герцена, 2020. — 116 с. — ISBN 978-5-8064-2888-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/252530> (.).
2. Общая селекция растений / Ю. Б. Коновалов, В. В. Пыльнев, Т. И. Хупацария, 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>

### 7.2 Дополнительная литература

1. Глазко В. И. ДНК-технологии в генетике и селекции : курс лекций / В. И. Глазко, Т. Т. Глазко ; Всероссийский научно-исследовательский институт риса (Краснодар). - Краснодар : ВНИИР, 2006. - 399 с.
2. Калашникова, Елена Анатольевна. Современные аспекты биотехнологии: учебно-методическое пособие / Е. А. Калашникова, Р. Н. Киракосян; Российский государственный аграрный университет - МСХА им. К. А. Тимирязева (Москва). — Электрон. текстовые дан. — Москва: РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева, 2016 — 123 с.: рис., табл., цв. ил. — Коллекция: Учебная и учебно-методическая литература. — Режим доступа : <http://elib.timacad.ru/dl/local/324.pdf>.
3. Панфилова, Ольга Федоровна. Общая биология: допущено учебно-методическим объединением вузов РФ по агрономическому образованию в качестве учебного пособия для студентов вузов, обучающихся по направлению "Агрономия" / О. Ф. Панфилова, Н. В. Пильщикова; Российский государственный аграрный университет - МСХА им. К. А. Тимирязева (Москва). — Электрон. текстовые дан. — Москва: РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева, 2011 — 115 с. — Коллекция: Учебная и учебно-методическая литература. — Систем. требования : Режим доступа: [http://www.library.timacad.ru/files/elektronnaya\\_biblioteka/uchebno-metodicheskie\\_izdaniya\\_kafedra\\_fiziologii\\_rasteniy/obshchaya\\_biologiya/obshchaya\\_biologiya.doc](http://www.library.timacad.ru/files/elektronnaya_biblioteka/uchebno-metodicheskie_izdaniya_kafedra_fiziologii_rasteniy/obshchaya_biologiya/obshchaya_biologiya.doc). Режим доступа: [http://elib.timacad.ru/dl/local/obshchaya\\_biologiya.pdf](http://elib.timacad.ru/dl/local/obshchaya_biologiya.pdf).
4. Глик Б. Молекулярная биотехнология. Принципы и применение : учебник / Б. Глик, Д. Пастернак ; ред. перевода Н. К. Янковский. - М. : Мир, 2002. - 589 с.

## **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.cnshb.ru> (открытый доступ)
6. Springer Science+Business Media - <http://www.springer.com> (открытый доступ)
7. Researcher@ Форум - Информационный центр - <http://www.researcher-at.ru/> (открытый доступ)

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

Лекционные аудитории, аудитории для проведения практических занятий оснащенные средствами мультимедиа, биотехнологическая лаборатория оснащенная приборами, инструментами и материалами для проведения лабораторных занятий.

Таблица 8 Сведения об обеспеченности специализированными аудиториями, кабинетами, лабораториями

<b>Наименование специальных помещений (№ учебного корпуса, № аудитории)</b>	<b>Оснащенность специальных помещений</b>
<b>1</b>	<b>2</b>
<b>Учебный корпус №30, аудитории №206, 207, 211</b> Практические занятия, групповые и индивидуальные консультации, текущий контроль, промежуточная аттестация и самостоятельная работа студентов	Столы, стулья, маркерная доска

<b>Лаборатория селекции, генетики и биотехнологии овощных культур, лаборатория:</b> проведение практических занятий	набор центрифуг, ДНК-амплификаторы, электрофоретическое оборудование для разделения фрагментов ДНК, лабораторный и стереомикроскопы (в т.ч. с флуоресценцией), спектрофотометры, ламинарные боксы для стерильной работы с культурой клеток и тканей, автоклав, шейкер-инкубатор, термоинкубаторы
<b>Зал для самоподготовки:</b> Центральная научная библиотека имени Н.И. Железнова. Компьютерный читальный зал (каб. № 144)	Компьютеры – 20 шт. Столы – 39 шт. Wi- fi
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. Для получения практических навыков работы с молекулярными маркерами крайне рекомендуется посещать практические занятия по выделению ДНК, постановке ПЦР, активно участвовать в дискуссиях и обсуждениях посвященных работе с молекулярными маркерами. При возникновении вопросов – сразу уточнять непонятные моменты у преподавателя, т.к. работа с молекулярными маркерами имеет множество особенностей, которые могут повлиять на конечный результат.

### 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 проведения молекулярно-генетических исследований. Необходимо разбираться в нюансах работы с молекулярными маркерами, чтобы при необходимости была возможность исправить ошибку студента и скорректировать используемые протоколы в зависимости от вида культуры и типа маркера. Для успешного освоения предмета необходимо периодически организовывать обсуждения и дискуссии по темам дисциплины.

Все практические работы носят строго профессиональный характер. Навыки, полученные при выполнении этих работ, пригодятся студенту на всех этапах обучения, при подготовке выпускной работы магистра и в профессио-

нальной деятельности.

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. Реализация 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 своих отраслях биотехнологии, для стимулирования интереса студентов к углубленному изучению данных дисциплин.

## РЕЦЕНЗИЯ

на рабочую программу дисциплины «Искусственный интеллект в науке и селекции» ОПОП ВО по направлению 35.04.05 – «Садоводство», направленность «Технологии адаптивного и органического плодовоговодства, виноградарства и питомниководства», «Биотехнология и селекция растений», «Стратегические направления и адаптивные технологии в овощеводстве и лекарственном растениеводстве» (квалификация выпускника – магистр)

Монахосом 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 «Искусственный интеллект в науке и селекции» ОПОП ВО по направлению 35.04.05 – «Садоводство», направленность «Технологии адаптивного и органического плодовоговодства, виноградарства и питомниководства», «Биотехнология и селекция растений», «Стратегические направления и адаптивные технологии в овощеводстве и лекарственном растениеводстве», (магистратура) разработанной в ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», на кафедре молекулярной селекции, клеточных технологий и семеноводства (разработчики: А.А.Миронов, к.с.-х.н., доцент кафедры молекулярной селекции, клеточных технологий и семеноводства Никитин Михаил Алексеевич, ассистент кафедры молекулярной селекции, клеточных технологий и семеноводства; Эйдлин Яков Тарасович, ассистент кафедры молекулярной селекции, клеточных технологий и семеноводства).

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

1. Предъявленная рабочая программа дисциплины «Искусственный интеллект в науке и селекции растений (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 ВО не подлежит сомнению – дисциплина относится к вариативной части дисциплины по выбору учебного цикла – Б1.
  3. Представленные в Программе **цели** дисциплины соответствуют требованиям ФГОС направления 35.04.05 – «Садоводство».
  4. В соответствии с Программой за дисциплиной «искусственный интеллект в науке и селекции растений» закреплено 2 профессиональные компетенции. Дисциплина «искусственный интеллект в науке и селекции растений» 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 «Искусственный интеллект в науке и селекции» составляет 4 зачётных единицы (144 часа).
  7. Информация о взаимосвязи изучаемых дисциплин и вопросам исключения дублирования в содержании дисциплин соответствует действительности. Дисциплина «искусственный интеллект в науке и селекции растений» взаимосвязана с другими дисциплинами ОПОП ВО и Учебного плана по направлению 35.04.05 – «Садоводство» 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 садоводства в профессиональной деятельности бакалавра 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 «Искусственный интеллект в науке и селекции» предполагает занятия в интерактивной форме. Виды, содержание и трудоёмкость самостоятельной работы студентов, представленные в Программе, соответствуют

10. Виды, содержание и трудоёмкость самостоятельной работы студентов, представленные в Программе, соответствуют требованиям к подготовке выпускников, содержащимся во ФГОС ВО направления 35.04.05 – «Садоводство».

11. Представленные и описанные в Программе формы текущей оценки знаний, соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

Форма промежуточного контроля знаний студентов, предусмотренная Программой, осуществляется в форме экзамена, что соответствует статусу дисциплины, как дисциплины вариативной части дисциплины по выбору учебного цикла – Б1. ФГОС направления 35.04.05 – «Садоводство».

12. Формы оценки знаний, представленные в Программе, соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

13. Учебно-методическое обеспечение дисциплины представлено: основной литературой – 2 источника (базовые учебники), дополнительной литературой – 3 наименований, интернет-ресурсы – 5 источников и соответствует требованиям ФГОС направления 35.04.05 – «Садоводство».

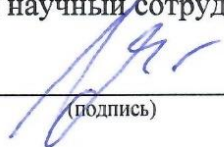
14. Материально-техническое обеспечение дисциплины соответствует специфике дисциплины «Искусственный интеллект в науке и селекции» и обеспечивает использование современных образовательных, в том числе интерактивных методов обучения.

15. Методические рекомендации студентам и методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине дают представление о специфике обучения по дисциплине «Искусственный интеллект в науке и селекции».

#### ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

На основании проведенной рецензии можно сделать заключение, что характер, структура и содержание рабочей программы дисциплины «Искусственный интеллект в науке и селекции» ОПОП ВО по направлению 35.04.05 – «Садоводство», направленность «Технологии адаптивного и органического плодоводства, виноградарства и питомниководства», «Биотехнология и селекция растений», «Стратегические направления и адаптивные технологии в овощеводстве и лекарственном растениеводстве», (квалификация (степень) выпускника – бакалавр), разработанная Монахос Сократ Григорьевичем, заведующим кафедрой молекулярной селекции, клеточных технологий и семеноводства, профессором сельскохозяйственных наук, ассистентом Эйдлиным Яковом Тарасовичем, ассистентом кафедры молекулярной селекции, клеточных технологий и семеноводства, к.с.-х.н. 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 имени Н.Н.Тимофеева», кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник

  
\_\_\_\_\_  
(подпись)

«28» августа 2025 г.

Подпись генерального директора ООО «Селекционная станция им. Н.Н. Тимофеева»  
Г.Ф. Монахоса заверяю: