

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Шитикова Александра Васильевна  
Должность: И.о. директора института агробиотехнологии  
Дата подписания: 07.11.2023 09:39:18  
Уникальный идентификатор документа: fcd01ecb1fd76898c251f2745ad12c3f716ce658



**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)

Факультет агробиотехнологии  
Кафедра агрономической, биологической химии и радиологии

УТВЕРЖДАЮ:  
И.о. директора института  
агробиотехнологии  
 Шитикова А.В.  
“ 29 ” августа 2023 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**ФТД.02 Радиационные технологии в сельском хозяйстве**

для подготовки бакалавров

ФГОС ВО

Направление: 35.03.04 Агронимия  
Направленности: Агробизнес, Защита растений и фитосанитарный контроль,  
Органическое сельское хозяйство, Селекция и генетика сель-  
скохозяйственных культур, Точное земледелие  
Курс 4  
Семестр 7  
Форма обучения очная  
Год начала подготовки 2023

Москва, 2023

Разработчик: Смолина Г.А., к.б.н., доцент

«24» августа 2023 г.

Рецензент: Вертикова Е.А., д.с.-х.н., доцент

«25» августа 2023 г.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО, профессионального стандарта и учебного плана по направлению подготовки 35.03.04 Агрономия.

Программа обсуждена на заседании кафедры агрономической, биологической химии и радиологии протокол № 8 от «28» августа 2023 г.

И.о. зав. кафедрой Налиухин А.Н., д.с.-х.н., профессор

«28» августа 2023 г.

**Согласовано:**

Председатель учебно-методической комиссии института агробιοтехнологии  
Шитикова А.В., д.с.-х.н., профессор

«29» августа 2023 г.

Заведующий выпускающей кафедрой генетики, селекции и семеноводства  
Вертикова Е.А., д.с.-х.н., доцент

«28» августа 2023 г.

И.о. заведующего выпускающей кафедрой земледелия и методики  
опытного дела Заверткин И.А., к.с.-х.н., доцент

«28» августа 2023 г.

Заведующий выпускающей кафедрой защиты растений  
Джалилов Ф.С.-У., д.б.н., профессор

«28» августа 2023 г.

Заведующий выпускающей кафедрой растениеводства и  
луговых экосистем Шитикова А.В., д.с.-х.н., профессор

«29» августа 2023 г.

Зав. отделом комплектования ЦНБ

Еримова Я.В.  
(подпись)

## 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, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ</b> .....	5
<b>4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ</b> .....	7
4.1 РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЁМКОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ РАБОТ .....	7
4.2 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	7
4.3 ЛЕКЦИИ/ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ.....	9
<b>5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ</b> .....	12
<b>6. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ</b> .....	12
6.1 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности .....	12
6.2. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания .....	14
<b>7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ</b> .....	15
7.1 Основная литература .....	15
2.2 Дополнительная литература.....	15
7.3 Нормативные правовые акты .....	15
<b>8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ</b> .....	16
<b>9. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ</b> .....	16
<b>10. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ</b> .....	16
<b>11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ</b> .	18
Виды и формы отработки пропущенных занятий .....	18
<b>12. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯМ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ</b> .....	19

## **Аннотация**

### **рабочей программы учебной дисциплины ФТД.02 «Радиационные технологии в сельском хозяйстве» для подготовки бакалавра по направлению**

### **35.03.04 Агронмия направленности Агробизнес, Защита растений и фито- санитарный контроль, Органическое сельское хозяйство, Селекция и гене- тика сельскохозяйственных культур, Точное земледелие**

**Цель освоения дисциплины:** формирование у студентов представлений, умений и практических навыков в области использования ионизирующих излучений в агробiotехнологиях, включающих методы радиационного стимулирования, ингибирования, пастеризации и стерилизации; студенты знакомятся с радиационными методами борьбы с насекомыми-вредителями, использованием радиации в селекции растений.

**Место дисциплины в учебном плане:** дисциплина включена в часть ФТД. Факультативы учебного плана по направлению подготовки 35.03.04 Агронмия

**Требования к результатам освоения дисциплины:** в результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции: УК-8.3; ПКос-3.1.

**Краткое содержание дисциплины:** Современное состояние и перспективы применения радиационных технологий в сельском хозяйстве и пищевой промышленности. Физические основы радиационных технологий. Виды излучений и их характеристики. Основные способы измерения радиоактивности. Взаимодействие ионизирующих излучений с веществом. Проникающая способность излучений. Биологическое действие радиации. Радиочувствительность клеток, тканей, и организмов. Мутагенное действие радиации. Основы дозиметрии. Дозиметрические приборы. Нормы радиационной безопасности. Основные направления использования ионизирующих излучений в сфере АПК: радиационное стимулирование и ингибирование, пастеризация и стерилизация, Ионизирующие излучения в биологических методах защиты растений, радиационные технологии в генетике и селекции.

**Общая трудоемкость дисциплины/ в том числе практическая подготовка:** 36часов (1 зач. ед.)/4 часа.

**Промежуточный контроль:** зачет.

### **1. Цель освоения дисциплины**

Целью освоения дисциплины «Радиационные технологии в сельском хозяйстве» является формирование у студентов представлений, умений и практических навыков в области использования ионизирующих излучений (ИИ) в агробiotехнологиях, включающих методы радиационного стимулирования для повышения урожаев культурных растений, радиационного ингибирования для увеличения сроков хранения скоропортящейся продукции, пастеризации и стерилизации. Кроме того студенты знакомятся с радиационными методами борь-

бы с насекомыми-вредителями, использованием радиации в селекции растений, а также с современными цифровыми технологиями, которые используются при проведении этих работ.

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

Дисциплина «Радиационные технологии в сельском хозяйстве» включена в факультативную часть дисциплин. Дисциплина «Радиационные технологии в сельском хозяйстве» реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОПОП ВО и учебного плана по направлению 35.03.04 «Агрономия», направленности Агробизнес, Защита растений и фитосанитарный контроль, Органическое сельское хозяйство, Селекция и генетика сельскохозяйственных культур, Точное земледелие.

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Радиационные технологии в сельском хозяйстве» являются «Физика», «Химия», «Сельскохозяйственная экология», «Почвоведение с основами географии почв», «Агрохимия».

Особенностью дисциплины является то, что студент в процессе изучения данной дисциплины получает не только теоретические знания по радиационным технологиям в сельском хозяйстве, но и приобретает навыки и умения измерения уровней радиации и оценки возможного действия ионизирующего излучения на живые объекты.

Рабочая программа дисциплины «Радиационные технологии в сельском хозяйстве» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

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

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

Таблица 1

## Требования к результатам освоения учебной дисциплины

№ п/п	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	Индикатор компетенции	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
				знать	уметь	владеть
1	УК-8	Способен создавать и поддерживать в повседневной жизни и в профессиональной деятельности безопасные условия жизнедеятельности для сохранения природной среды, обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов	УК-8.3 Владеет правилами поведения при возникновении чрезвычайных ситуаций природного и техногенного происхождения, оказывает первую помощь, описывает способы участия в восстановительных мероприятиях	<ul style="list-style-type: none"> <li>– нормы радиационной безопасности НРБ-99/2009.</li> <li>– основы биологического действия ионизирующего излучения;</li> <li>– способы снижения дозы облучения человека;</li> <li>– основные методы защиты производственного персонала и населения от действия ионизирующей радиации;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– находить и работать с нормативными документами по радиационной безопасности;</li> <li>– измерять дозу и мощность дозы внешнего облучения;</li> <li>– оценивать реальную опасность действия радиации;</li> <li>– выбирать безопасные условия использования ионизирующих излучений в радиационных технологиях;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– навыками работы с нормативными документами в области радиационной безопасности и гигиены;</li> <li>– навыками работы с радиометрическими и дозиметрическими приборами;</li> <li>– навыками применения контрмер, направленных на снижение последствий радиоактивного загрязнения;</li> </ul>
2	ПКос-3	Способен обосновать выбор сортов сельскохозяйственных культур	ПКос-3.1 Определяет соответствие условий произрастания требованиям сельскохозяйственных культур (сортов)	<ul style="list-style-type: none"> <li>– современные задачи сельскохозяйственного производства, которые могут быть решены с использованием радиационных технологий;</li> <li>– основные направления использования радиационных технологий в АПК;</li> <li>– преимущества и ограничения использования радиационных технологий в сельском хозяйстве и пищевой промышленности.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– критически анализировать преимущества и ограничения конкретных радиационных технологий;</li> <li>– обосновывать безопасность продуктов питания, полученных с помощью радиационных технологий.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– владеть терминами и понятиями радиологии;</li> <li>– навыками выбора радиационных технологий, соответствующих задачам производства.</li> </ul>

## 4. Структура и содержание дисциплины

### 4.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 1 зач.ед. (36 часов), их распределение по видам работ в 7-м семестре представлено в таблице 2.

Таблица 2

#### Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Вид учебной работы	Трудоёмкость, час. всего/*
<b>Общая трудоёмкость</b> дисциплины по учебному плану	<b>36/4</b>
<b>1. Контактная работа:</b>	<b>16,25/4</b>
<b>Аудиторная работа</b>	<b>16,25/4</b>
<i>в том числе:</i>	
<i>лекции (Л)</i>	8
<i>практические занятия (ПЗ)</i>	8/4
<i>контактная работа на промежуточном контроле (КРА)</i>	0,25
<b>2. Самостоятельная работа (СРС)</b>	<b>19,75</b>
<i>самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников, подготовка к практическим занятиям и контрольной работе)</i>	10,75
<i>Подготовка к зачету (контроль)</i>	9
Вид промежуточного контроля:	Зачёт

\* в том числе практическая подготовка.

### 4.2 Содержание дисциплины

Таблица 3

#### Тематический план учебной дисциплины

Наименование разделов и тем дисциплин (укрупнено)	Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа СР
		Л	ПЗ всего/*	ПКР	
Введение. Раздел 1. Физические основы радиационных технологий	10	2	2	–	6
Раздел 2. Радиобиологические основы использования ионизирующих излучений в агротехнологиях	10	2	2/2	–	6
Раздел 3. Основные направления использования ионизирующих излучений в сфере АПК	15,75	4	4/2	–	7,75
Контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	0,25	–	–	0,25	–
<b>Итого по дисциплине</b>	<b>36</b>	<b>8</b>	<b>8/4</b>	<b>0,25</b>	<b>19,75</b>

\* в том числе практическая подготовка

#### Введение.

Предмет, задачи и основные разделы дисциплины. Современное состояние, история развития и перспективы применения радиационных технологий в сельском хозяйстве и пищевой промышленности.

## **Раздел 1. Физические основы радиационных технологий**

### **Тема 1. Виды ионизирующих излучений и взаимодействие их с веществом**

Явление радиоактивности, основные типы радиоактивного распада. Природа альфа-, бета- и гамма-излучений. Энергия излучения. Закон радиоактивного распада. Период полураспада. Активность и единицы ее измерения. Природный радиационный фон. Естественные и искусственные радионуклиды.

Основные механизмы взаимодействия альфа-, бета- и гамма-излучений с веществом. Проникающая способность излучений разного вида, их опасность при внешнем и внутреннем облучении. Обоснование выбора вида и энергии излучения для облучения сельскохозяйственных объектов.

### **Тема 2. Основы радиометрии**

Основные способы измерения радиоактивности: химические, ионизационные и оптические детекторы радиоактивности. Принцип работы счетчика Гейгера-Мюллера. Радиометр «Эксперт-М». Измерение скорости счета препарата. Эффективность счета радиометрической установки. Техника безопасности при работе в радиологической лаборатории.

## **Раздел 2. Радиобиологические основы использования ионизирующих излучений в агротехнологиях**

### **Тема 1. Биологическое действие радиации**

Основные реакции клеток на облучение. Характер и механизмы первичного и опосредованного биологического действия радиации на молекулярном, субклеточном, клеточном, организменном и популяционном уровнях. Стадии биологического действия. Обратимые и необратимые эффекты, репарация повреждений. Мутации соматические и наследуемые. Сравнительная радиочувствительность клеток, тканей, органов и организмов. Пороговые и беспороговые, детерминированные и стохастические эффекты действия радиации. Радиационный гормезис.

### **Тема 2. Основы дозиметрии**

Доза как критерий оценки степени воздействия ионизирующей радиации на облучаемый объект (организм). Виды дозиметрических величин, единицы их измерения, соотношения единиц. Дозиметрические приборы для измерения дозы внешнего облучения. Принципы и нормы радиационной безопасности. Радиобиологическое обоснование дозовых нормативов. Принятые допустимые уровни облучения ионизирующей радиацией НРБ-99/09. Требования международных стандартов по дозиметрии при облучении продукции сельского хозяйства и пищевой промышленности.

## **Раздел 3. Основные направления использования ионизирующих излучений в сфере АПК**

### **Тема 1. Радиационное стимулирование и ингибирование**

Предпосевное облучение семян и посадочного материала. Диапазон доз, вызывающих стимулирующее действие радиации на различные объекты. Установки для облучения. Возможности повышения урожайности и качества растительной продукции и привеса животных.



Использование эффекта радиационного ингибирования для предотвращения прорастания клубне- и корнеплодов, лука и чеснока при хранении, для улучшения качества посадочного материала, для определения качества семян, для увеличения срока хранения скоропортящейся продукции растениеводства; изготовления вакцин для животных. Радисидация, радьюризация. Установки для облучения.

#### **Тема 2. Радиационная пастеризация и стерилизация**

Диапазон доз, вызывающих стерилизующее действие радиации на различные объекты. Радиационная стерилизация патогенных и условно патогенных микроорганизмов, консервирование сельскохозяйственной продукции. Радаппертизация. Безопасность продуктов питания, полученных с помощью радиационных технологий.

Стерилизация и дезинсекция почвогрунтов в тепличных хозяйствах. Обеззараживание кормов, шкур, шерсти, навоза, сточных вод. Стерилизация медицинских и ветеринарных изделий и препаратов

#### **Тема 3. Ионизирующие излучения в биологических методах защиты растений**

Использование эффекта радиационного ингибирования в борьбе с насекомыми-вредителями-дезинсекция зерна, муки, продуктов питания. Установки для облучения. Преимущества перед химическими методами. «E-ventus» технологии обеззараживания посевного материала. Борьба с вредителями методом половой стерилизации. Преимущества, ограничения метода.

#### **Тема 4. Радиационные технологии в генетике и селекции**

Методы и особенности радиационной селекции. Возможности, преимущества и ограничения. Радиочувствительность организмов к облучению на разных стадиях развития. Мутагенное действие радиации. Зависимость выхода мутантов от дозы облучения. Установки для облучения – гамма-поле, гамма-панорама. Примеры создания новых форм культурных растений и животных.

### **4.3 Лекции/практические занятия**

Таблица 4

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

№ п/п	№ раздела	№ и название лекций/практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов/ из них практическая подготовка
1	<b>Введение</b>				<b>4</b>
	<b>Раздел 1. Физические основы радиационных технологий</b>				
	Тема 1. Виды ионизирующих излучений и взаимодействие их с веществом	Лекция №1 Современное состояние, история развития и перспективы применения радиационных технологий в сельском хозяйстве. Физические основы радиационных технологий. <i>Использование мультимедийного проектора</i>	УК-8, ПКос-3	–	2

№ п/п	№ раздела	№ и название лекций/ практических занятий	Формируе- мые компе- тенции	Вид контроль- ного меро- приятия	Кол-во часов/ из них практи- ческая подго- товка
	Тема 2. Основы радиометрии	Практическое занятие № 1. Методы обнаружения и регистрации радиоактивности. Изучение проникающей способности разных видов излучения.	УК-8, ПКос-3	защита	2
2	<b>Раздел 2. Радиобиологические основы использования ионизирующих излучений в агротехнологиях</b>				<b>4/2</b>
	Тема 1. Биологическое действие радиации	Лекция № 2. Радиобиологические основы использования ионизирующих излучений в агротехнологиях. <i>Использование мультимедийного проектора</i>	УК-8, ПКос-3	–	2
	Тема 2. Основы дозиметрии	Практическое занятие № 2. Основы дозиметрии. Дозиметрические приборы. Нормы радиационной безопасности.	УК-8, ПКос-3	защита	2/2
3	<b>Раздел 3. Основные направления использования ионизирующих излучений в сфере АПК</b>				<b>8/2</b>
	Тема 1. Радиационное стимулирование и ингибирование. Тема 2. Радиационная пастеризация и стерилизация	Лекция № 3. Радиационные технологии, основанные на стимулирующем и ингибирующем действии излучения. <i>Использование мультимедийного проектора</i>	УК-8, ПКос-3	–	2
		Практическое занятие № 3. Радиационные технологии для облуживания продуктов питания	УК-8, ПКос-3	опрос	2/1
	Тема 3. Ионизирующие излучения в биологических методах защиты растений	Лекция № 4. Радиационные технологии в защите растений, в генетике и селекции. <i>Использование мультимедийного проектора</i>	УК-8, ПКос-3	–	2
	Тема 4. Радиационные технологии в генетике и селекции	Практическое занятие № 4. Радиационные технологии в защите и в селекции растений	УК-8, ПКос-3	опрос	1/1
		Контрольная работа по темам разделов 1,2,3	УК-8, ПКос-3	контрольная работа	1

Таблица 5

### Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины

№ п/п	№ раздела и темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
1.	Введение	1. Место России в использовании радиационных технологий в сельском хозяйстве и пищевой промышленности (УК-8, ПКос-3)

№ п/п	№ раздела и темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
<b>Раздел 1. Физические основы радиационных технологий</b>		
2.	Тема 1. Виды ионизирующих излучений и взаимодействие их с веществом	1. Сравнительная характеристика альфа-, бета- и гамма-излучений. 2. Естественные радиоактивные элементы, их нахождение в природе и относительный вклад в фоновое облучение человека 3. Характеристика физических свойств радиоактивных источников с изотопами $^{60}\text{Co}$ и $^{137}\text{Cs}$ 4. Сравнительная оценка опасности излучений различных видов при внешнем и внутреннем облучении. (УК-8, ПКос-3)
3.	Тема 2. Основы радиометрии	1. Принцип работы счетчика Гейгера-Мюллера. 2. Принцип работы сцинтилляционного счетчика. (УК-8, ПКос-3)
<b>Раздел 2. Радиобиологические основы использования ионизирующих излучений в агротехнологиях</b>		
4.	Тема 1. Биологическое действие радиации	1. Механизмы первичного и вторичного действия ионизирующей радиации. 2. Физиологическое (соматическое) и генетическое действие радиации на живые организмы. 3. Радиочувствительность биообъектов (клеток, органов, тканей, целых организмов). (УК-8, ПКос-3)
5.	Тема 2. Основы дозиметрии	1. Решение задач на расчет безопасных условий работы 2. Относительная биологическая эффективность и взвешивающие коэффициенты действия излучений. 3. Основные принципы защиты от внешнего облучения (УК-8, ОПК-3)
<b>Раздел 3. Основные направления использования ионизирующих излучений в сфере АПК</b>		
6.	Тема 1. Радиационное стимулирование и ингибирование	1. Характеристика изотопов, используемых в установках для облучения. 2. Использование стимулирующего действия радиации в плодоводстве и овощеводстве (УК-8, ПКос-3)
7.	Тема 2. Радиационная пастеризация и стерилизация	1. Выбор методов защиты персонала при облучении продукции 2. Безопасность продуктов, полученных при помощи радиационных технологий. (УК-8, ПКос-3)
8.	Тема 3. ИИ в биологических методах защиты растений	1. Радиочувствительность насекомых-вредителей сельскохозяйственной продукции 2. Примеры использования метода половой стерилизации на практике 3. Ограничения использования метода половой стерилизации (УК-8, ПКос-3)
9.	Тема 4. Радиационные технологии в генетике и селекции	1. Открытие явления радиационного мутагенеза 2. Отличие радиационного мутагенеза и действия химических мутагенов. 3. Критерии выбора фазы облучения растений для получения максимального выхода мутаций (УК-8, ПКос-3)

## 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	Лекция №1 Современное состояние, история развития и перспективы применения радиационных технологий в сельском хозяйстве. Физические основы радиационных технологий	Л проблемная лекция

### 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

Курсовая работа учебным планом подготовки бакалавров по направлению 35.03.04 Агрономия направленности Агробизнес, Защита растений и фитосанитарный контроль, Органическое сельское хозяйство, Селекция и генетика сельскохозяйственных культур, Точное земледелие (дисциплина «Радиационные технологии в сельском хозяйстве») не предусмотрена.

Степень освоения студентом теоретического материала по дисциплине контролируется с помощью устных опросов при защите практических работ и написании контрольной работы, которая предусмотрена в конце курса.

Ниже приведены примерные вопросы для контрольной работы:

#### Примерные вопросы к контрольной работе

1. Характеристика  $\alpha$ -,  $\beta$ - и  $\gamma$ -излучений.
2. Опасность разных видов излучения при внешнем и внутреннем облучении.
3. Какие физические характеристики изотопов и их излучений играют важную роль в разработке радиационных технологий?
4. Методы измерения радиоактивности: фотографический, ионизационный, оптический.
5. Проникающая способность ионизирующей радиации разных видов.
6. Сравнительная степень опасности разных видов излучения при внешнем и внутреннем облучении.
7. Какие материалы используют для защиты от различных видов излучений? От чего зависит выбор материала?
8. Понятия дозы и мощности дозы ионизирующего излучения, единицы их измерения.
9. Экспозиционная, поглощенная и эквивалентная дозы ионизирующего излучения, единицы их измерения.
10. Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/09)
11. Биологическое действие радиации.
12. Физиологическое и генетическое действие радиации на живые организмы

13. Мощность поглощенной дозы  $\gamma$ - излучения в точке среды равна 2 мГр/ч. Определить эквивалентную дозу излучения за 36 часов.
14. Предпосевное облучение семян и посадочного материала.
15. Использование эффекта радиационного ингибирования для увеличения срока хранения скоропортящейся продукции растениеводства
16. Установки для облучения, используемые в радиационных технологиях.
17. Радиационная стерилизация патогенных микроорганизмов, консервирование сельскохозяйственной продукции.
18. Безопасность продуктов питания, полученных с помощью радиационных технологий.
19. Радиационные методы в борьбе с насекомыми-вредителями
20. Методы и особенности радиационной селекции. Возможности, преимущества и ограничения.

### **Примерный перечень вопросов к зачету по дисциплине**

1. Современное состояние и перспективы применения радиационных технологий в сельском хозяйстве и пищевой промышленности
2. Явление радиоактивности. Типы радиоактивного распада.
3. Сравнительная характеристика альфа-, бета- и гамма-излучений.
4. Природный радиационный фон и его составляющие..
5. Закон радиоактивного распада. Период полураспада. Активность.
6. Механизмы взаимодействия излучения с веществом.
7. Проникающая способность ионизирующей радиации разных видов.
8. Сравнительная оценка опасности излучений различных видов при внешнем и внутреннем облучении.
9. Прямое и косвенное действие радиации на биологические объекты.
10. Физиологическое (соматическое) и генетическое действие радиации на живые организмы.
11. Соотношение "доза - эффект" (дозовая кривая) при действии ионизирующей радиации на организмы.
12. Радиочувствительность биообъектов (клеток, органов, тканей, целых организмов).
13. Понятия дозы и мощности дозы, виды доз, единицы их измерения.
14. Основные принципы защиты от внешнего облучения.
15. Нормы радиационной безопасности.
16. Предпосевное облучение семян и посадочного материала.
17. Использование эффекта радиационного ингибирования для предотвращения прорастания клубне- и корнеплодов, лука и чеснока при хранении,
18. Использование эффекта радиационного ингибирования для улучшения качества посадочного материала,
19. Использование эффекта радиационного ингибирования для увеличения срока хранения скоропортящейся продукции растениеводства
20. Установки для облучения, используемые в радиационных технологиях.
21. Радиационная стерилизация патогенных микроорганизмов, консервирование сельскохозяйственной продукции.

22. Безопасность продуктов питания, полученных с помощью радиационных технологий.
23. Использование эффекта радиационного ингибирования в борьбе с насекомыми-вредителями
24. Метод половой стерилизации. Преимущества, ограничения метода.
25. Методы и особенности радиационной селекции. Возможности, преимущества и ограничения.

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

Для оценки знаний, умений, навыков и формирования компетенции по дисциплине может применяться **балльно-рейтинговая** система контроля и оценки успеваемости студентов.

В основу балльно-рейтинговой системы (БРС) положены принципы, в соответствии с которыми формирование рейтинга студента осуществляется в ходе текущего (на занятиях), рубежного (по разделам) контроля и промежуточной (зачет) аттестации знаний, умений и навыков студентов.

Рейтинговая система основана на подсчете баллов, полученных студентом в течение семестра. Учитываются все виды учебной деятельности, оцениваемые определенным количеством баллов. В итоговую сумму баллов входят результаты всех контролируемых видов деятельности: выполнение и защита практических работ, выполнение контрольной работы, посещение лекций и сдача зачета в конце курса.

Все виды учебных работ должны быть выполнены точно в сроки, предусмотренные программой обучения. Если студент пропустил практическое занятие, то баллы не начисляются, а позднее сдается только теоретическая часть работы (без измерений с использованием приборов) и, соответственно, максимальный балл за работу снижается.

Рубежный контроль знаний проводится после изучения третьего раздела в виде написания контрольной работы. Поощрительные баллы даются за отсутствие пропусков на лекциях и занятиях и за выполнение всех заданий точно в сроки.

В конце семестра набранные студентом баллы суммируются, и принимается решение о допуске студента к промежуточному контролю (зачету) или освобождения от его сдачи.

**Для оценки работы студента по дисциплине используется следующая балльная структура оценки и шкала оценок:**

Посещение лекций – 2 балла x 4 (Л) = 8 баллов

Выполнение и защита практических работ – 5 баллов x 4 (ПЗ) = 20 баллов

Контрольная работа – 20 баллов

Поощрительные баллы – 2 балла

**Всего – 50 баллов**

По набранным баллам студент может получить следующие оценки по дисциплине без прохождения промежуточного контроля (таблица 7).

Шкала оценивания (% от максимального балла)	Количество баллов	Зачет
60-100	30-50	Зачет
0-59	0-29	Незачет

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 7.1 Основная литература

- 1 Фокин, А.Д. Сельскохозяйственная радиология: учебник / А.Д. Фокин, А.А. Лурье, С.П. Торшин – Санкт-Петербург: Лань, 2011. – 416 с.
- 2 Торшин, С. П. Практикум по сельскохозяйственной радиологии: учебное пособие / С. П. Торшин, Г. А. Смолина, А. С. Пельтцер. – Санкт-Петербург: Лань, 2022. – 212 с. – ISBN 978-5-8114-3285-1. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система.– URL: <https://e.lanbook.com/book/206018> – Загл. с экрана.

### 2.2 Дополнительная литература

1. Бекман И.Н. Радиохимия: учебник и практикум для академического бакалавриата / И. Н. Бекман ; Моск. гос. ун-т им. М. В. Ломоносова. - Москва : Юрайт, 2015 - Том 2. Прикладная радиохимия и радиационная безопасность. - 386 с.
2. Методы лазерной, радиационной и других видов обработки сельскохозяйственного сырья и готовой продукции / Л. А. Неменушая, Москва : Росинформагротех, 2015. - 56 с.
3. Радиационные методы в переработке сельскохозяйственных культур / Москва: Росинформагротех, 2019. - 80 с.
4. Радиобиология / Н. П. Лысенко, В. В. Пак, Л. В. Рогожина, З. Г. Кусурова. — 6-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2023. — 572 с. — ISBN 978-5-507-46439-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/310166> – Загл. с экрана.
5. Смагин, А.И. Введение в радиационную безопасность / А. И. Смагин,- Челябинск : ЮУГУ, 2017. - 98 с.

### 7.3 Нормативные правовые акты

1. Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы. СанПиН 2.3.2.1078–01.- Москва: ФГУП «ИнтерСЭН», 2002.
2. Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/2009).-М.Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2009.

3. Основные действующие нормативные правовые и методические документы по радиационной гигиене. – М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2012
4. Собрание законодательства Российской Федерации, 2003, № 46 (часть 1), с.4436 «Об использовании атомной энергии».
5. Федеральный закон от 9.01.1996, №3-ФЗ «О радиационной безопасности населения».

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

1. <http://radgig.ru/osnovnyie-dokumentyi.html> (открытый доступ) – основные документы по радиационной безопасности.
2. [http://ecoresearch.info/attachments/article/111/Atlas\\_Cherno\\_Russia\\_Belarus\\_2009.pdf](http://ecoresearch.info/attachments/article/111/Atlas_Cherno_Russia_Belarus_2009.pdf) (открытый доступ) – Атлас современных и прогнозных аспектов последствий аварии на Чернобыльской АЭС на пострадавших территориях России и Беларуси
3. [https://www.researchgate.net/publication/318324820\\_Radiacionnye\\_tehnologii\\_vzglad\\_iz\\_Rossii](https://www.researchgate.net/publication/318324820_Radiacionnye_tehnologii_vzglad_iz_Rossii) (открытый доступ) – Радиационные технологии: взгляд из России
4. <https://cyberleninka.ru/article/n/radiatsionnye-tehnologii-v-selskom-hozyaystve-i-pischevoy-promyshlennosti> (открытый доступ) – Радиационные технологии в сельском хозяйстве и пищевой промышленности
5. <https://istina.msu.ru/collections/176050152/> (открытый доступ) – Радиационные технологии в сельском хозяйстве и пищевой промышленности: состояние и перспективы: сборник докладов международной научно-практической конференции, Обнинск, 26-28 сентября 2018 г.

#### **9. Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

1. <http://www.ibrae.ac.ru> (открытый доступ) – Институт проблем безопасного развития атомной энергетики РАН (ИБРАЭ РАН).
2. <http://www.atomic-energy.ru> (открытый доступ) – Международная комиссия по радиологической защите (МКРЗ)
3. <http://www.gosnadzor.ru/> (открытый доступ) – федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору – Ростехнадзор.
4. <http://www.radon.ru/> (открытый доступ) – ФГУП «Радон».
5. <http://www.iaea.org/> (открытый доступ) – Международное агентство по атомной энергии (МАГАТЭ).

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

Для проведения лекционных занятий необходимо наличие учебной аудитории, оснащенной мультимедийным оборудованием с настенным экраном и видеопроектором для проведения интерактивных лекций и демонстрации учеб-



ных материалов и учебных фильмов, в значительном количестве имеющихся на кафедре агрономической, биологической химии и радиологии РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева.

Для проведения практических занятий по дисциплине «Радиационные технологии в сельском хозяйстве» необходима лаборатория, оснащенная радиометрическим, радиоспектрометрическим, дозиметрическим и стандартным лабораторным оборудованием. Необходимо достаточное количество радиоактивных препаратов, позволяющих решать различные радиологические задачи.

Таблица 8

**Сведения об обеспеченности специализированными аудиториями, кабинетами, лабораториями**

<b>Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы (№ учебного корпуса, № аудитории)</b>	<b>Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы</b>
6 уч. корпус, аудитория №136 (лекции, практические и семинарские занятия, групповые и индивидуальные консультации, текущий контроль и промежуточная аттестация)	Мультимедийный проектор M2660 с компьютером
	Экран Targa (3,4) 198x264
	Радиометр «Эксперт» со свинцовым домиком - 12 штук
	Дозиметр ИРД-02 – 6 шт.
	Дозиметр ДРГ-01Т1
	Дозиметр ДКГ-03 «Гроч»
	Дозиметр ДКС-04
6 уч. корпус, аудитория №143 (практические и семинарские занятия, групповые и индивидуальные консультации, текущий контроль и промежуточная аттестация)	Радиометр «Эксперт» со свинцовым домиком - 12 штук
	Радиометр УИМ 2-2 ("Актиния")
	Радиометр «Эксперт» со свинцовым домиком - 12 штук
	Дозиметр ИРД-02 – 6 шт.
	Дозиметр ДРГ-01Т1
	Дозиметр ДКГ-03 «Гроч»
	Дозиметр ДКС-04
6 уч. корпус, аудитория №144 (аудитория для работы с литературой, а также выполнения учебно-исследовательской и научно-исследовательской работы студентов во внеаудиторное время при методическом руководстве преподавателя)	Сцинтилляционный гамма-спектрометр Wizard 2480 Perkin-Elmer (США, Финляндия)
	Сцинтилляционный гамма-спектрометр Compu-Gamma – 1282 (ЛКВ, Швеция)
	Измерительный комплекс «Прогресс-2000 АБГ»
Аудитории для самостоятельной работы студентов: Центральная научная библиотека имени Н.И. Железнова, Читальный зал периодики, ком. №132	Представлены научные журналы и газеты за последние 5 лет получаемые библиотекой по подписке, диссертации. Оборудование для ксерокопирования. Доступ к беспроводной сети Интернет (wi-fi).

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы (№ учебного корпуса, № аудитории)	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
Аудитории для самостоятельной работы студентов: Библиотека, Читальный зал учебной литературы, ком. №133	В открытом доступе представлена вся учебная и учебно-методическая литература, имеющаяся в фонде ЦНБ, агро-климатические справочники, 12 компьютерных мест с доступом в электронный каталог ЦНБ и Интернет.
Аудитории для самостоятельной работы студентов: Библиотека, Компьютерный читальный зал, ком. №144	Зал рассчитан на 32 рабочих места с бесплатным доступом к сети Интернет.

## 11. Методические рекомендации обучающимся по освоению дисциплины

Дисциплина «Радиационные технологии в сельском хозяйстве» включает 16,25 часов контактной и 19,75 часов самостоятельной работы студента, при этом 8 часов отводится на лекции и 8 часов – на практические занятия.

Студентам следует обратить особое внимание на выполнение практических работ, как на самую трудоемкую часть аудиторной работы. Пропуск практического занятия приводит к тому, что у студента не формируются основные умения и навыки работы с радиометрическими и дозиметрическими приборами, которые он не может восполнить при самостоятельной работе по изучению дисциплины, следовательно, не будут в должной мере сформированы требуемые компетенции. Кроме того, отработка этих занятий проводится только теоретически, без выполнения измерений, следовательно, студент теряет как минимум половину возможных баллов за работу.

Лекционный курс составляет незначительную часть от общей трудоемкости дисциплины, поэтому для полноценного усвоения предмета студентам необходимо большое внимание уделять самостоятельной работе по изучению основных вопросов, включенных в тематический план учебной дисциплины. Для отдельных студентов изучение первых двух разделов дисциплины, насыщенных физическими величинами и формулами, могут вызвать некоторые затруднения. Рекомендуется на изучение этих разделов выделять больше времени во время самостоятельной работы по предмету.

Курс предполагает применение не только традиционных методов преподавания (лекций и практических занятий), но и активных и интерактивных методов обучения (проблемных лекций), что способствует более глубокому усвоению дисциплины.

### Виды и формы отработки пропущенных занятий

Студент, пропустивший практические занятия, обязан составить конспект и сдать преподавателю теоретическую часть пропущенной работы. Учитывая практическую направленность курса, студент не должен пропускать более половины практических занятий.

Пропущенная контрольная работы должна быть написана в дни консультаций.

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

Организация обучения по дисциплине «Радиационные технологии в сельском хозяйстве» и проведение практических занятий требуют обязательного выполнения техники радиационной безопасности и правил работы с использованием источников ионизирующей радиации (ОСПОРБ-99/2009). В помещениях изотопной лаборатории не допускается нахождение в верхней одежде, не разрешается приём пищи, напитков, пользование косметикой, к работам с открытыми источниками ионизирующего излучения не допускаются лица, не достигшие 18-летнего возраста, а также беременные или кормящие женщины. Перед началом занятий преподаватель обязательно проводит со студентами инструктаж по технике безопасности. Преподаватель несёт полную ответственность за соблюдение студентами требований и правил техники радиационной безопасности.

На изучение дисциплины отводится 36 часов в седьмом семестре, при этом половина учебного времени используется для аудиторных занятий. При преподавании дисциплины методически целесообразно в каждом разделе курса выделять наиболее важные моменты и акцентировать на них внимание обучающихся. Для наглядности изложения учебного материала во время лекций рекомендуется проводить демонстрационные опыты, использовать мультимедийное оборудование и различные демонстрационные материалы (слайды, рисунки, фильмы и др.).

Дисциплина «Радиационные технологии в сельском хозяйстве» имеет не только теоретическую направленность на получение определенных знаний по предмету, но и практическую направленность на выработку умений и навыков, необходимых для профессиональной деятельности выпускника. По этой причине большое внимание необходимо уделять подготовке и выполнению практических работ. Для повышения эффективности усвоения материала рекомендуется каждому студенту выполнять задания индивидуально.

При изучении предмета целесообразно использовать активные и интерактивные формы проведения занятий.

**Программу разработала:**

Смолина Г.А., к.б.н., доцент



**РЕЦЕНЗИЯ**  
**на рабочую программу дисциплины**  
**«Радиационные технологии в сельском хозяйстве» ОПОП ВО**  
**по направлению 35.03.04 Агрономия, направленности Агробизнес, Защита растений и**  
**фитосанитарный контроль, Органическое сельское хозяйство, Селекция и генетика**  
**сельскохозяйственных культур, Точное земледелие**  
**(квалификация выпускника – бакалавр)**

**Вертиковой Еленой Александровной**, доктором сельскохозяйственных наук, заведующей кафедрой генетики, селекции и семеноводства (далее по тексту рецензент), проведена рецензия рабочей программы дисциплины «Радиационные технологии в сельском хозяйстве» ОПОП ВО по направлению 35.03.04 Агрономия, направленности Агробизнес, Защита растений и фитосанитарный контроль, Органическое сельское хозяйство, Селекция и генетика сельскохозяйственных культур, Точное земледелие (бакалавриат), разработанной в ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», на кафедре агрономической, биологической химии и радиологии (разработчик – Смолина Галина Алексеевна, доцент кафедры, кандидат биологических наук).

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

1. Предъявленная рабочая программа дисциплины «Радиационные технологии в сельском хозяйстве» (далее по тексту Программа) соответствует требованиям ФГОС ВО по направлению 35.03.04 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 блоку Факультативы.

3. Представленные в Программе **цели** дисциплины соответствуют требованиям ФГОС ВО направления 35.03.04 Агрономия.

4. В соответствии с Программой за дисциплиной «Радиационные технологии в сельском хозяйстве» закреплено 2 **компетенции**. Дисциплина «Радиационные технологии в сельском хозяйстве» и представленная Программа способна реализовать их 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 «Радиационные технологии в сельском хозяйстве» составляет 1 зачётную единицу (36 часов/из них практическая подготовка 4 часа).

6. Информация о взаимосвязи изучаемых дисциплин и вопросам исключения дублирования в содержании дисциплин соответствует действительности. Дисциплина «Радиационные технологии в сельском хозяйстве» взаимосвязана с другими дисциплинами ОПОП ВО и Учебного плана по направлению 35.03.04 Агрономия 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 «Радиационные технологии в сельском хозяйстве» предполагает занятия в интерактивной форме.

9. Виды, содержание и трудоёмкость самостоятельной работы студентов, представленные в Программе, соответствуют требованиям к подготовке выпускников, содержащимся во ФГОС ВО направления 35.03.04 Агрономия.

10. Представленные и описанные в Программе формы *текущей* оценки знаний (опросы при защите практических работ, контрольная работа), соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

Форма промежуточного контроля знаний студентов, предусмотренная Программой, осуществляется в форме зачета, что соответствует статусу факультативной дисциплины ФГОС ВО направления 35.03.04 Агрономия.

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

12. Учебно-методическое обеспечение дисциплины представлено: основной литературой – 2 источника (базовые учебник и практикум), дополнительной литературой – 6 наименований, нормативно-правовыми актами – 5 источников и методическими указаниями со ссылкой на электронные ресурсы, Интернет-ресурсы – 5 источников и соответствует требованиям ФГОС ВО направления 35.03.04 Агрономия.

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины соответствует специфике дисциплины «Радиационные технологии в сельском хозяйстве» и обеспечивает использование современных образовательных, в том числе интерактивных методов обучения.

14. Методические рекомендации студентам и методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине дают представление о специфике обучения по дисциплине «Радиационные технологии в сельском хозяйстве».

### ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

На основании проведенной рецензии можно сделать заключение, что характер, структура и содержание рабочей программы дисциплины «Радиационные технологии в сельском хозяйстве» ОПОП ВО по направлению 35.03.04 Агрономия, направленности Агробизнес, Защита растений и фитосанитарный контроль, Органическое сельское хозяйство, Селекция и генетика сельскохозяйственных культур, Точное земледелие (квалификация выпускника – бакалавр), разработанная Смолиной Г.А., доцентом кафедры агрономической, биологической химии и радиологии, кандидатом биологических наук соответствует требованиям ФГОС ВО, современным требованиям экономики, рынка труда и позволит при её реализации успешно обеспечить формирование заявленных компетенций.

Рецензент: Вертикова Е.А., заведующий кафедрой генетики, селекции и семеноводства ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К.А. Тимирязева», д.с.-х.н., доцент

  
(подпись)

« 25 » августа 2023 г.