

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Бенин Димитрий Михайлович

Должность: И.о. директора института мелиорации, водного хозяйства и  
строительства имени А.Н. Костякова

Дата подписания: 08.12.2025 13:52:05

Уникальный программный ключ:

dcb6dc8315334aed86f2a7c3a0ce2cf217be1e29 (ФГБОУ ВО РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева)

Институт агробиотехнологии  
Кафедра агрономической, биологической химии и радиологии

УТВЕРЖДАЮ

И.о. директора института мелиорации,  
водного хозяйства и строительства  
имени А.Н. Костякова

Д.М. Бенин

2025 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Б1.В.12 Радиоэкологический мониторинг**

для подготовки бакалавров

ФГОС ВО

Направление: 05.03.06 Экология и природопользование

Направленности: Агроэкология и экологически безопасная продукция

Курс 4

Семестр 7

Форма обучения: очная

Год начала подготовки: 2025

Москва, 2025

Разработчики: Смолина Галина Алексеевна, к.б.н., доцент  
Гусева Юлия Евгеньевна, к.б.н.

  
«22» августа 2025 г.

Рецензент: Тихонова Мария Васильевна, доцент, к.б.н.

  
«25» августа 2025 г.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО, професионального стандарта и учебного плана по направлению подготовки 05.03.06 Экология и природопользование.

Программа обсуждена на заседании кафедры агрономической, биологической химии и радиологии протокол № 8 от «25» августа 2025 г.

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

  
«25» августа 2025 г.

**Согласовано:**

Председатель учебно-методической комиссии  
института мелиорации, водного хозяйства  
и строительства имени А.Н. Костякова  
Щедрина Е.В., к.пед.н., доцент



(подпись)

«25» августа 2025 г.

И.о. зав.выпускающей кафедрой экологии  
Тихонова М.В., к.б.н., доцент



(подпись)

«25» августа 2025 г.

Зав. отдела комплектования ЦНБ /



  
(подпись)

## Содержание

<b>АННОТАЦИЯ.....</b>	<b>4</b>
<b>1. ЦЕЛИ 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, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ .....</b>	<b>5</b>
<b>4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>7</b>
4.1 РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЁМКОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ РАБОТ .....	7
4.2 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	7
4.3 ЛЕКЦИИ/ЛАБОРАТОРНЫЕ/ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ.....	10
<b>5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ .....</b>	<b>15</b>
<b>6. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>15</b>
6.1 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности .....	15
6.2. Описание показателей и критерии контроля успеваемости, описание шкал оценивания .....	18
<b>7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>19</b>
7.1 Основная литература .....	19
7.2 Дополнительная литература.....	20
7.3 Нормативные правовые акты .....	20
7.4 Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям.....	21
<b>8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>21</b>
<b>9. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ.....</b>	<b>21</b>
<b>10. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....</b>	<b>22</b>
<b>11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ .</b>	<b>23</b>
Виды и формы отработки пропущенных занятий .....	24
<b>12. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯМ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....</b>	<b>24</b>

**Аннотация**  
**рабочей программы учебной дисциплины**  
**Б1.В.13 «Радиоэкологический мониторинг»**  
**для подготовки бакалавра**  
**по направлению 05.03.06 Экология и природопользование**  
**направленность Агроэкология и экологически безопасная продукция,**

**Цель освоения дисциплины:** овладение студентами современными методами контроля радиоэкологической ситуации на территориях, занятых природными и сельскохозяйственными угодьями, предусматривающего оценку дозиметрической обстановки на территории и определение содержания отдельных радионуклидов в почве, воде, растениях природных и сельскохозяйственных экосистемах, пищевых продуктах растительного и животного происхождения. Бакалавры приобретают умение прогнозировать развитие радиоэкологической ситуации, а также эффективно использовать систему контрмер, направленных на снижение доз внешнего и внутреннего облучения до уровней, предусмотренных нормативными документами. Студенты получают знания в области информационно-методического обеспечения радиоэкологического мониторинга.

**Место дисциплины в учебном плане:** дисциплина включена в вариативную часть учебного плана по направлению подготовки 05.03.06 Экология и природопользование.

**Требования к результатам освоения дисциплины:** в результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции: УК-8.1, ПКос-3.4

**Краткое содержание дисциплины:** Понятие, основные проблемы, цели, задачи и объекты радиоэкологического мониторинга. Радиационная обстановка на территории РФ и сопредельных государств. Явление радиоактивности. Основные типы радиоактивного распада, природа излучений. Природные источники радиации: космические лучи, естественные радионуклиды. Основные источники радиоактивного загрязнения в атмосфере. Закономерности радиоактивного распада, период полураспада. Взаимодействие излучений с веществом. Проникающая способность. Биологическое действие радиации. Дозиметрия в системе радиоэкологического мониторинга. Дозиметрические приборы. Принципы и нормы радиационной безопасности. Экология радионуклидных загрязнений. Вовлечение радионуклидов в биогеохимические циклы и трофические цепи. Прогнозные оценки радиационной ситуации. Радиометрические, спектрометрические и радиохимические методы в радиоэкологическом мониторинге. Газоразрядные, сцинтиляционные счетчики в радиоэкологических исследованиях. Представление и использование данных радиоэкологического мониторинга. Система контрмер, направленных на снижение последствий радиоактивного загрязнения.

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

**Промежуточный контроль:** зачет с оценкой.

### **1. Цели освоения дисциплины**

Целью освоения дисциплины «Радиоэкологический мониторинг» является овладение студентами современными методами контроля радиоэкологиче-

ской ситуации на территориях, занятых природными и сельскохозяйственными угодьями. Данный контроль предусматривает оценку дозиметрической обстановки на территории и определение содержания отдельных радионуклидов в почве, воде, растениях природных и сельскохозяйственных экосистемах, пищевых продуктах растительного и животного происхождения. Осуществление данного контроля в полном объеме достигается методами радиометрических, спектрометрических и радиохимических исследований. Студенты знакомятся с современными цифровыми технологиями, которые используются при проведении этих работ.

Кроме того, овладение дисциплины «Радиоэкологический мониторинг» предполагает умение студентов прогнозировать развитие радиоэкологической ситуации, включая случаи возникновения дополнительных загрязнений при внештатных ситуациях на атомных предприятиях.

Важной частью дисциплины является умение студентов эффективно использовать систему контрмер, направленных на снижение доз внешнего и внутреннего облучения до уровней, предусмотренных нормативными документами.

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

Дисциплина «Радиоэкологический мониторинг» включена в обязательный перечень дисциплин учебного плана вариативной части. Дисциплина «Радиоэкологический мониторинг» реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОПОП ВО и Учебного плана по направлению 05.03.06 Экология и природопользование направленность «Агроэкология и экологически безопасная продукция».

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Радиоэкологический мониторинг», являются «Физика», «Химия», «Математика», «Сельскохозяйственная экология (агроэкология)», «Почвоведение и география почв», «Агроэкологический мониторинг».

Дисциплина «Радиоэкологический мониторинг» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: «Экология человека с основами социальной экологии», «Охрана окружающей среды», «Обращение с отходами».

Особенностью дисциплины является то, что студент в процессе изучения данной дисциплины получает не только теоретические знания, но и приобретает навыки и умения практического использования знаний для оценки радиоэкологической ситуации, связанной с радионуклидными загрязнениями территорий, для разработки контрмер, направленных на улучшение экологической ситуации, а также для рационального использования земельных ресурсов.

Рабочая программа дисциплины «Радиоэкологический мониторинг» 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	Код компе- тенции	Содержание компетенции (или её части)	Индикаторы компе- тенций	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-8.1. Знать основные источники чрезвычайных ситуаций природного и техногенного происхождения, причины, признаки и последствия опасностей, способы защиты от чрезвычайных ситуаций, принципы организации безопасности труда на предприятии.	– основы биологического действия ионизирующего излучения, виды лучевых поражений сельскохозяйственных животных, диагностику, профилактику и лечение лучевой болезни; – токсикологию наиболее опасных для биосфера радионуклидов; – способы снижения загрязнения сельскохозяйственной продукции радионуклидами; основные методы защиты производственного персонала и населения от действия ионизирующей радиации;	– находить и обобщать информацию о радионуклидных загрязнениях территорий; – измерять дозу и мощность дозы внешнего облучения; – оценивать реальную опасность действия радиации;	– навыками применения контрмер, направленных на снижение последствий радиоактивного загрязнения;
2.	ПКос-3	Обладать знаниями в области информационно-методического обеспечения контрольно-надзорной деятельности, включая методы отбора и полевых обследований основных компонентов экосистем, статистической и геостатистической обработки получаемых данных, экологического моделирования и прогнозирования, экологического мониторинга и системного анализа проблемных экологических ситуаций, экологического нормирования и проектирования, использования ГИС и данных дистанционного зондирования, экологического контроля и аудита, ОВОС и ООС с применением цифровых инструментов и технологий	ПКос-3.4. Обладать знаниями в области информационно-методического обеспечения радиоэкологического мониторинга	– современные проблемы, связанные с проведением радиоэкологического мониторинга и рациональным использованием территорий, загрязненных радионуклидами; – основные Федеральные законы в области радиационной безопасности; – виды современного радиометрического и спектрометрического оборудования, дозиметрических приборов, их возможности и ограничения;	– измерять дозу и мощность дозы внешнего облучения; – определять уровни радионуклидного загрязнения природных и сельскохозяйственных объектов; – идентифицировать радионуклидный состав радиоактивных загрязнений; – использовать статистическую обработку материалов и цифровые технологии для представления данных радиоэкологического мониторинга.	– навыками работы с приборами дозиметрического контроля. – навыками работы с радиометрической и спектрометрической аппаратурой; – навыками работы с картографическими материалами. – навыками работы с современными источниками информации: научная периодика, Интернет, Банки данных и др.

## 4. Структура и содержание дисциплины

### 4.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 4 зач.ед. (144 часа), 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*	В т.ч. по семестрам	
		№ 7	
<b>Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>144</b>		<b>144</b>
<b>1. Контактная работа:</b>			
<b>Аудиторная работа</b>	<b>68,35</b>		<b>68,35</b>
<i>в том числе:</i>			
лекции (Л)	34		34
лабораторные работы (ЛР)	34		34
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	0,35		0,35
<b>2. Самостоятельная работа (СРС)</b>	<b>75,65</b>		<b>75,65</b>
<i>самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, контрольным работам)</i>	66,65		66,65
Подготовка к зачету (контроль)	9		9
Вид промежуточного контроля:		Зачет с оценкой	

### 4.2 Содержание дисциплины

Таблица 3

#### Тематический план учебной дисциплины

Наименование разделов и тем дисциплин (укрупнённо)	Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа СР
		Л	ЛР	ПКР	
Введение	6	2	–	–	4
Раздел 1. «Физико-химические основы радиоэкологического мониторинга»	36	8	12	–	16
Раздел 2. «Дозиметрия в сфере АПК»	27	6	6	–	15
Раздел 3. «Экология радионуклидных загрязнений»	24	6	4	–	14
Раздел 4. «Радиометрические, спектрометрические и радиохимические методы в радиоэкологическом мониторинге»	30	6	10	–	14
Раздел 5. «Представление и использование данных радиоэкологического мониторинга»	20,65	6	2	–	12,65
Контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	0,35	–	–	0,35	–
<b>Итого по дисциплине</b>	<b>144</b>	<b>34</b>	<b>34</b>	<b>0,35</b>	<b>75,65</b>

## **Введение**

Понятие радиоэкологического мониторинга. Основные проблемы, цели, задачи и объекты радиоэкологического мониторинга. Классификация и принципы организации радиоэкологического мониторинга. Радиационная обстановка на территории РФ и в мире; радиационно-опасные объекты, и их характеристика.

## **Раздел 1. Физико-химические основы радиоэкологического мониторинга**

**Тема 1. Явление радиоактивности.** Естественная и искусственная радиоактивность в окружающей среде

Строение атома. Явление изотопии и радиоактивности. Основные типы радиоактивного распада. Природа альфа-, бета- и гамма-излучений. Энергия излучения. Спектральные характеристики излучений. Природные источники радиации: космические лучи, естественные радионуклиды. Районы с природно-повышенной радиоактивностью. Техногенно-измененная естественная радиоактивность. Понятие – радиоактивное загрязнение. Основные источники радиоактивного загрязнения в атмосфере – испытания ядерного оружия, аварии на предприятиях ядерного топливного цикла, радиоактивные отходы. Аварии на Южном Урале. Авария на Чернобыльской АЭС, на АЭС Фукусима-1.

## **Тема 2. Закономерности радиоактивного распада**

Закон радиоактивного распада. Кривая радиоактивного распада. Период полураспада. Активность и единицы ее измерения. Определение периода полураспада неизвестного радионуклида и его идентификация. Статистические ошибки при радиометрических измерениях.

## **Тема 3. Взаимодействие излучений с веществом**

Основные механизмы взаимодействия альфа-, бета- и гамма- излучений с веществом. Количественные закономерности поглощения излучения. Массовый коэффициент поглощения, слой половинного поглощения. Проникающая способность излучений разного вида, их опасность при внешнем и внутреннем облучении.

## **Раздел 2. Дозиметрия в сфере АПК**

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

Характер и механизмы первичного и опосредованного биологического действия радиации на молекулярном, субклеточном, клеточном, организменном и популяционном уровнях. Радиобиологический парадокс. Обратимые и необратимые эффекты, репарация повреждений. Радиочувствительность и радиорезистентность клеток, тканей, органов и организмов. Количественные закономерности соотношения “доза – эффект”

### **Тема 2. Дозиметрия в системе радиоэкологического мониторинга**

Доза как критерий оценки степени воздействия ионизирующей радиации на облучаемый объект (организм). Виды дозиметрических величин, единицы их измерения, соотношения единиц. Современные дозиметрические приборы в системе радиоэкологического мониторинга. Расчетные способы оценки дозы внешнего и внутреннего облучения. Принципы и нормы радиационной безопасности. Оценка дозовых нагрузок на человека. Принятые допустимые уровни облучения ионизирующей радиацией НРБ-99/09.

## **Раздел 3. Экология радионуклидных загрязнений**

### **Тема 1. Поведение радионуклидов в окружающей среде**

Виды, состав и характер атмосферных выпадений радионуклидов. Поведение радионуклидов при выпадении их на наземные органы растений. Механизмы взаимодействия радионуклидов с почвой. Поведение радионуклидов при выпадении их на снежный покров и поверхности открытых водоемов. Основные пути и механизмы вовлечения радионуклидов в биогеохимические циклы и трофические цепи. Общая направленность и характер вторичного перераспределения и трансформации форм нуклидов в почвах. Критические виды почв и ландшафтов. Интенсивность и направления вторичного распространения загрязнения. Особенности поведения радионуклидов в различных биоценозах, включая сельскохозяйственные и природные экосистемы: лесные, травянистые и болотные.

### **Тема 2. Прогнозные оценки радиационной ситуации**

Состояние и проблемы радиационного контроля, прогноз развития ситуации во времени. Прогноз поведения радионуклидов в окружающей среде и загрязнения сельскохозяйственной продукции на основе данных радиоэкологического мониторинга. Коэффициенты накопления и перехода радионуклидов. Прогнозная оценка дозовой нагрузки на население, проживающее на загрязненной территории. Организация государственного радиоэкологического мониторинга агроэкосистем в зоне воздействия радиационно-опасных объектов.

### **Раздел 4. Радиометрические, спектрометрические и радиохимические методы в радиоэкологическом мониторинге**

#### **Тема 1. Радиометрические методы**

Детекторы излучений. Газоразрядные счетчики в радиоэкологических исследованиях. Счетчики Гейгера-Мюллера разных типов, их возможности и ограничения. Сцинтилляционные счетчики. Методы определения активности образцов по скорости счета. Эталонирование в радиометрии. Приготовление эталонных препаратов на основе OPP. Определение суммарной бета-активности радионуклидов.

#### **Тема 2. Спектрометрические методы**

Сцинтилляционные счетчики и спектрометрия ионизирующих излучений. Элементы  $\gamma$ -спектрометрии и ее применение в радиоэкологическом мониторинге. Возможности идентификация отдельных радионуклидов при их одновременном присутствии в образцах. Сцинтилляционные счетчики разных типов. Спектрометры «Прогресс 2000», Wizard. Жидкостные сцинтилляционные счетчики Rack-Beta.

#### **Тема 3. Радиохимические методы**

Радиохимические методы оценки радионуклидного загрязнения. Возможности метода, достоинства и недостатки. Подготовка проб для радиохимического анализа: озоление органических проб, экстракции, упаривание экстрактов. Радиохимические методы определения  $^{90}\text{Sr}$  в природных и сельскохозяйственных объектах: по активности дочернего  $^{90}\text{Y}$  (оксалатный метод), ускоренный экстракционный метод. Определение радиохимической чистоты препарата.

### **Раздел 5. Представление и использование данных радиоэкологического мониторинга**

#### **Тема 1. Картографическое и протокольное представление данных радиоэкологического мониторинга.**

Обработка результатов радиометрических и спектрометрических исследований. Радиационное картографирование загрязненных территорий. Использование

ГИС-технологий и картографирования. Цифровое обеспечение системы радиоэкологического мониторинга.

**Тема 2.** Система контрмер, направленных на снижение последствий радиоактивного загрязнения.

Оценка целесообразности ведения хозяйственной деятельности на загрязненных территориях. Концепция проживания и ведения хозяйства на загрязненных территориях. Общие условия и требования при ведении сельскохозяйственного производства на территориях, загрязненных радионуклидами. Способы реабилитации почв, загрязненных радионуклидами. Мероприятия по снижению содержания радионуклидов в продукции растениеводства: агротехнические, агрохимические мероприятия, технологические приемы переработки исходной продукции. Мероприятия по снижению содержания радионуклидов в продукции животноводства: изменения режима содержания и кормления животных, изменения в технологии кормопроизводства, приемы переработки исходной продукции. Направления перепрофилирования хозяйственной деятельности.

#### 4.3 Лекции/лабораторные занятия

Таблица 4  
**Содержание лекций, лабораторного практикума, практических занятий и контрольных мероприятий**

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ лабораторных занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во Часов
1.	<b>Введение</b>				<b>2</b>
		Лекция №1. Понятие радиоэкологического мониторинга. Радиационная обстановка на территории РФ, в мире. <i>Использование мультимедийного проектора</i>	УК-8.1, ПКос-3.4	–	2
2.	<b>Раздел 1. Физико-химические основы радиоэкологического мониторинга</b>				<b>20</b>
	Тема 1. Явление радиоактивности. Естественная и искусственная радиоактивность в окружающей среде	Лекция №2. Физические основы. Явление радиоактивности. Типы распада, виды излучений. <i>Использование мультимедийного проектора</i>	УК-8.1	–	2
		Лабораторная работа № 1. Основные методы обнаружения и регистрации радионуклидов. Радиометр «Эксперт». Определение эффективности счета и факторы, ее определяющие	УК-8.1, ПКос-3.4	Защита	2
		Лекция №3. Природные источники радиации. <i>Использование мультимедийного проектора</i>	УК-8.1	–	2
		Лабораторная работа №2. Радиоактивность в окружающей среде. Естественные и искусственные радионуклиды.	УК-8.1	Защита	2

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ лабораторных занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во Часов
		Лекция №4. Источники радиоактивного загрязнения в агросфере <i>Использование мультимедийного проектора</i>	УК-8.1	–	2
Тема 2. Зако- номерности радиоактивно- го распада	Лабораторная работа №3. Определение периода полураспада неизвестного радионуклида.	УК-8.1, ПКос-3.4	Защита	2	
Тема 3. Взаи- модействие излучений с веществом	Лабораторная работа № 4. Статистические ошибки при радиометрических измерениях.	УК-8.1	Защита	2	
	Лекция №5. Взаимодействие излучений с веществом. <i>Использование мультимедийного проектора</i>	УК-8.1	–	2	
3.	<b>Раздел 2. Дозиметрия в сфере АПК</b>				<b>12</b>
	Тема 1. Биологическое действие радиации	Лекции №6, 7. Биологическое действие радиации. <i>Использование мультимедийного проектора</i>	УК-8.1, ПКос-3.4	–	4
	Тема 2. Дозиметрия в системе радио-экологического мониторинга	Лабораторная работа № 7. Приборы дозиметрического контроля измерения дозы и мощности дозы внешнего облучения.	УК-8.1, ПКос-3.4	Защита	2
		Лекция №8. Принципы и нормы радиационной безопасности. <i>Использование мультимедийного проектора</i>	УК-8.1, ПКос-3.4	–	2
4.	<b>Раздел 3. Экология радионуклидных загрязнений</b>				<b>10</b>
	Тема 1. Поведение радионуклидов в окружающей среде	Лекции №9, 10. Поведение радионуклидов в окружающей среде. <i>Использование мультимедийного проектора</i>	УК-8.1, ПКос-3.4	–	4
	Тема 2. Про-	Лабораторная работа № 10. Прогноз	УК-8.1,	Защита	2

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ лабораторных занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во Часов
	гнозные оценки радиационной ситуации	поведения радионуклидов в окружающей среде и загрязнения сельскохозяйственной продукции на основе данных загрязнения конкретных территорий.  Лабораторная работа № 11. Прогнозная оценка дозовой нагрузки на население, проживающее на загрязненной территории.  Лекция № 11. Организация государственного радиоэкологического мониторинга агроэкосистем <i>Использование мультимедийного проектора</i>	ПКос-3.4  УК-8.1, ПКос-3.4  УК-8.1, ПКос-3.4		
5.	<b>Раздел 4. Радиометрические, спектрометрические и радиохимические методы в радиоэкологическом мониторинге</b>				<b>16</b>
	Тема 1. Радиометрические методы	Лекция № 12. Радиометрические методы в радиоэкологическом мониторинге. <i>Использование мультимедийного проектора</i>  Лабораторная работа № 12. Отбор и подготовка проб для радиометрических и спектрометрических измерений.  Лабораторная работа № 13. Определения активности образцов методом сравнения с эталоном.  Лабораторная работа № 14. Обнаружение радиоактивных загрязнений сельскохозяйственных и природных объектов по суммарной удельной $\beta$ -активности	УК-8.1, ПКос-3.4  УК-8.1, ПКос-3.4  УК-8.1, ПКос-3.4  УК-8.1, ПКос-3.4	–  Защита  Защита  Защита	2  2  2  2
	Тема 2. Спектрометрические методы	Лекция № 13. Спектрометрические методы в радиоэкологическом мониторинге. <i>Использование мультимедийного проектора</i>  Лабораторная работа № 15. Измерения на сцинтиляционных счетчиках разных типов. Работа на спектрометрах Прогресс-2000, Wizard 2480.	УК-8.1, ПКос-3.4  УК-8.1, ПКос-3.4	–  Защита	2  2
	Тема 3. Радиохимические методы	Лекция № 14. Радиохимические методы в радиоэкологическом мониторинге. <i>Использование мультимедийного проектора</i>  Лабораторная работа № 16. Идентификация изотопного состава радиоактивного загрязнения радиохимическим методом.	УК-8.1, ПКос-3.4  УК-8.1, ПКос-3.4	–  Защита	2  2
6.	<b>Раздел 5. Представление и использование данных радиоэкологического мониторинга</b>				<b>8</b>

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ лабораторных занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во Часов
	Тема 1.Карто- графическое и протокольное представление данных радио- экологического мониторинга.	Лекция № 15. Картографическое и протокольное представление данных радиоэкологического мониторинга. <i>Использование мультимедийного проектора</i>	УК-8.1, ПКос-3.4	—	2
	Тема 2. Система контрмер, направленных на снижение последствий радиоактивно- го загрязне- ния.	Лекция № 16. Концепция прожива- ния и ведения хозяйства на загряз- ненных территориях. <i>Использование мультимедийного проектора</i>	УК-8.1, ПКос-3.4	—	2
		Лекция № 17. Система контрмер, направленных на снижение послед- ствий радиоактивного загрязнения территории. <i>Использование мультимедийного проектора</i>	УК-8.1, ПКос-3.4	—	2
		Лабораторная работа № 17. Разра- ботка контрмер, направленных на снижение дозы внутреннего облуче- ния населения	УК-8.1, ПКос-3.4	Защита, Контрольная работа (пись- менная)	2

Таблица 5  
Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины

№ п/п	Название раздела, темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
<b>Раздел 1. Физико-химические основы радиоэкологического мониторинга</b>		
1.	<b>Тема 1.</b> Явление ра- диоактивности. Есте- ственная и искус- ственная радиоактив- ность в окружающей среде	1. Главные дозообразующие радионуклиды, образующиеся при аварии на АЭС и при ядерном взрыве. (УК-8.1, ПКос-3.4) 2. Написать схемы распада основных дозообразующих радио- нуклидов и охарактеризовать их излучение (УК-8.1, ПКос-3.4)
2.	<b>Тема 2.</b> Закономерно- сти радиоактивного распада	1. Идентификация радионуклидов по кривой радиоактивного распада (УК-8.1, ПКос-3.4) 2. Статистика в радиометрии. Расчет условий получения задан- ной точности измерений. (УК-8.1, ПКос-3.4)
3	<b>Тема 3.</b> Взаимодействие излучений с веществом	1. Сравнительная характеристика закономерностей поглощения разных видов излучения в веществе (УК-8.1, ПКос-3.4)
<b>Раздел 2. Дозиметрия в сфере АПК</b>		
4	<b>Тема 1.</b> Биологическое действие радиации	1. Радиочувствительность биообъектов: клеток, органов, тка- ней, целых организмов (УК-8.1, ПКос-3.4)
5	<b>Тема 2.</b> Дозиметрия в системе радиоэколо- гического мониторин- га	1. Виды доз и единицы их измерения. (УК-8.1, ПКос-3.4) 2. Дозиметрические приборы с различными детекторами излу- чения. (УК-8.1, ПКос-3.4) 3. Зависимость дозы от времени нахождения в ионизационном поле радиоактивного источника и от расстояния. (УК-8.1, ПКос-3.4) 4. Экранирование ионизирующих излучений. Расчет толщины

№ п/п	Название раздела, темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
		защитного экрана. (УК-8.1, ПКос-3.4)
<b>Раздел 3. Экология радионуклидных загрязнений</b>		
6	<b>Тема 1.</b> Поведение радионуклидов в окружающей среде	1.Характеристика $^{137}\text{Cs}$ и $^{90}\text{Sr}$ и особенности их радиоэкологии. (УК-8.1, ПКос-3.4) 2. Опасность для человека $^{131}\text{I}$ при аварийных выбросах из ядерного реактора. Возможности и способы защиты. (УК-8.1, ПКос-3.4)
7	<b>Тема 2.</b> Прогнозные оценки радиационной ситуации	1.Принцип прогноза загрязнения продуктов питания растительного происхождения по данным радиоэкологического мониторинга. (УК-8.1, ПКос-3.4) 2.Принцип прогноза загрязнения продуктов питания животного происхождения по данным радиоэкологического мониторинга. (УК-8.1, ПКос-3.4)
<b>Раздел 4. Радиометрические, спектрометрические и радиохимические методы в радиоэкологическом мониторинге</b>		
8	<b>Тема 1.</b> Радиометрические методы	1. Ионизационные детекторы ионизирующих излучений, принцип действия, устройство, типы. (УК-8.1, ПКос-3.4) 2. Подготовка проб для радиологических исследований. (УК-8.1, ПКос-3.4) 3. Принципы перехода от регистрируемой скорости счета к активности. (УК-8.1, ПКос-3.4) 4. Эталонирование в радиометрии и спектрометрии (УК-8.1, ПКос-3.4)
9	<b>Тема 2.</b> Спектрометрические методы	1. Принцип работы сцинтилляционного счетчика (УК-8.1, ПКос-3.4) 2. Возможности, преимущества и ограничения сцинтилляционного метода (УК-8.1, ПКос-3.4) 3.Энергетические спектры ионизирующих излучений ( $\alpha$ , $\beta$ , $\gamma$ ). (УК-8.1, ПКос-3.4) 4. Многоканальные $\gamma$ -спектрометры и их использование в радиоэкологическом мониторинге (УК-8.1, ПКос-3.4)
10	<b>Тема 3.</b> Радиохимические методы	1.Особенности отбора и подготовки проб для радиохимического анализа загрязнений (УК-8.1, ПКос-3.4) 2.Принципы использования метода изотопных носителей в радиохимическом анализе. (УК-8.1, ПКос-3.4) 3. Причины преимущественного использования радиохимических методов при определении $^{90}\text{Sr}$ . (УК-8.1, ПКос-3.4)
<b>Раздел 5. Представление и использование данных радиоэкологического мониторинга</b>		
11	<b>Тема 1.</b> Картографическое и протокольное представление данных радиоэкологического мониторинга	1. Формы представления результатов радиоэкологического мониторинга. (УК-8.1, ПКос-3.4) 2. Нормативная оценка результатов радиоэкологического мониторинга. (УК-8.1, ПКос-3.4)
12	Тема 2. Система контрмер, направленных на снижение последствий радиоактивного загрязнения.	1.Агротехнические приемы, снижающие поступление $^{137}\text{Cs}$ и $^{90}\text{Sr}$ в сельскохозяйственную продукцию. (УК-8.1, ПКос-3.4) 2.Агрономические методы снижения поступления $^{137}\text{Cs}$ и $^{90}\text{Sr}$ в сельскохозяйственную продукцию. (УК-8.1, ПКос-3.4) 3. Способы переработки продукции растениеводства при производстве на радиоактивно загрязненных землях. (УК-8.1, ПКос-3.4)

## 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 №8. Принципы и нормы радиационной безопасности.	Л	проблемная лекция
2	ЛБ № 8. Нормы радиационной безопасности. Дозиметрия внешнего излучения. Расчет безопасных условий работы	ЛБ	разбор конкретных ситуаций
3	ЛБ № 9. Пути снижения дозы внешнего облучения в сфере АПК. Типовые задачи по защите от внешнего излучения.	ЛБ	разбор конкретных ситуаций
4	ЛБ №10. Прогноз поведения радионуклидов в окружающей среде и загрязнения сельскохозяйственной продукции на основе данных загрязнения конкретных территорий.	ЛБ	разбор конкретных ситуаций
5	ЛБ №11. Прогнозная оценка дозовой нагрузки на население, проживающее на загрязненной территории.	ЛБ	разбор конкретных ситуаций
6	Лекция № 16. Концепция проживания и ведения хозяйства на загрязненных территориях.	Л	проблемная лекция
7	ЛБ №17. Разработка контрмер, направленных на снижение дозы внутреннего облучения населения	ЛБ	разбор конкретных ситуаций

## 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

Учебным планом подготовки бакалавров по направлению 05.03.06 Экология и природопользование (дисциплина «Радиоэкологический мониторинг») курсовой проект не предусмотрен.

Степень усвоения студентом теоретического материала по дисциплине контролируется с помощью защиты лабораторных работ, устных опросов на практических занятиях и контрольных работ.

Для проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу предусмотрено проведение трех контрольных работ: после изучения первого, второго и четвертого разделов дисциплины. Ниже приведены примерные вопросы и задания контрольных работ:

## **Примерные задания к контрольной работе № 1.**

1. Перечислите основные дозообразующие радионуклиды – продукты реакторного деления  $^{235}\text{U}$ .
2. Охарактеризуйте радионуклидные загрязнения, образующиеся при добыче, переработке и подготовке ядерного топлива для АЭС.
3. Дайте схему ЯТЦ.
4. Назовите главные источники радионуклидной опасности на территории РФ, приведите конкретные примеры.
5. Средний уровень загрязнения территории составляет 40 Ки/км<sup>2</sup>. Рассчитайте, через сколько лет эта территория может считаться условно незагрязненной, если снижение содержания  $^{137}\text{Cs}$  будет происходить только за счет радиоактивного распада.

## **Примерные задания к контрольной работе № 2.**

1. Какую дозу внешнего облучения за год получит человек, проживающий на территории с плотностью поверхности загрязнения  $^{137}\text{Cs}$  - 17 Ки/км<sup>2</sup> и  $^{90}\text{Sr}$  – 1,2 Ки/км<sup>2</sup>. Сравните с основным дозовым пределом для населения.
2. На расстоянии 15 см от точечного источника гамма-излучения мощность экспозиционной дозы составляет 250 мР/ч. а) Какова будет мощность дозы на расстоянии 1 метр? б) Оцените данную величину, сравните с допустимым пределом для профессионала. в) Сколько времени в течение недели он сможет безопасно работать на расстоянии 1 метр?
3. Какую дозу облучения за год получит человек при употреблении 90 кг картофеля, имеющего загрязнение  $^{137}\text{Cs}$  – 400 Бк/кг и  $^{90}\text{Sr}$  – 110 Бк/кг. Сравните с основным дозовым пределом для населения.
4. Мощность дозы смешанного гамма-нейтронного излучения составляет 10 рад/ч по  $\gamma$ -компоненте и 5 рад/ч по нейтронной компоненте (взвешивающий коэффициент = 10). Определить суммарную эквивалентную дозу, полученную за 2 ч работы в таких условиях.
5. Расстояние от точечного источника  $\gamma$ -квантов до рабочего места  $r$  и активность источника А увеличились в 2 раза одновременно. Как изменится мощность экспозиционной дозы  $P_{\text{экс}}$  на рабочем месте?

## **Примерные задания к контрольной работе № 3.**

1. Рассчитайте эффективность счета  $^{137}\text{Cs}$ , если скорость счета фона составляет имп/с, а скорость счета эталонного образца, активностью 50 Бк – 4,5 имп/с (вместе с фоном).
2. Охарактеризуйте типы газоразрядных счетчиков и возможности их применения в области радиоэкологического мониторинга.
3. Изложите принципы работы газоразрядного счетчика и основные узлы счетной установки.
4. Изложите принципы работы сцинтиляционного счетчика и основные узлы счетной установки.
5. Предварительные измерения скорости счета препарата (без фона) дали результат 3 имп/с при скорости счета фона 1,5 имп/с. Рассчитайте условия измерений, при которых точность результата составит 3%.

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

1. Основные дозообразующие радионуклиды и их физическая и радиоэкологическая характеристика.
2. Радиационные объекты и их характеристика.
3. Основные звенья ЯТЦ и их радиоэкологическая опасность.
4. География радиационно-опасных объектов на территории РФ и сопредельных стран.
5. Радионуклидные источники формирования доз внешнего облучения.
6. Наиболее опасные радионуклиды, формирующие дозу внутреннего облучения, и их характеристика.
7. Виды доз и единицы их измерения.
8. Экспозиционная, поглощенная и эквивалентная дозы и методические подходы к их оценке.
9. Основные показатели, используемые для оценки дозы внутреннего облучения: дозовый коэффициент, предел годового поступления, взвешивающий коэффициент и др.
10. Расчетная оценка поглощенной дозы облучения.
11. Нормы радиационной безопасности.
12. Приборы дозиметрического контроля.
13. Способы снижения дозы внешнего облучения при облучении в полевых условиях.
14. Расчет экранирующего действия материалов в условиях гамма-облучения.
15. Агротехнические приемы снижения доз внутреннего облучения.
16. Агрехимические способы снижения доз внутреннего облучения.
17. Технологические способы снижения доз внутреннего облучения.
18. Физическая и радиобиологическая характеристика альфа, бета и гамма-излучения.
19. Методы обнаружения и измерения радиоактивности.
20. Принцип работы счетчика Гейгера-Мюллера.
21. Понятие эффективности регистрации излучения (эффективности счета).
22. Факторы, влияющие на эффективность счета при измерениях радиоактивности.
23. Абсолютные и относительные измерения радиоактивности. Использование эталонов.
24. Гамма-спектрометрия, ее использование для контроля радиоактивного загрязнения земель и с/х продукции.
25. Естественный радиационный фон местности, его составляющие.
26. Естественные радиоактивные элементы и их относительный вклад в фоновое облучение человека.
27. Основные нормативы, регламентирующие содержание радионуклидов в почве, продуктах питания, кормах.
28. Виды выпадений радионуклидов из атмосферы и их особенности.
29. Сравнительная характеристика загрязнения растениеводческой продукции, выращенной на разных почвах.
30. Различия основных сельскохозяйственных культур по накоплению в них радионуклидов.

31. Особенности накопления радионуклидов в фитомассе при первичном выпадении радиоактивных осадков на почвенно-растительный покров.
32. Общие представления о трофических цепочках для радионуклидов в естественных и агроэкосистемах.
33. Скорость выведения радионуклидов из организма человека и возможности воздействия на нее.
34. Роль естественных экосистем в формировании дозовой нагрузки на человека, проживающего на радиоактивно загрязненной территории.
35. Действие радиации на человека.
36. Естественные факторы, приводящие к уменьшению радиоактивного загрязнения территорий.
37. Общие принципы радиохимического анализа загрязненных объектов.
38. Объекты радиоэкологического мониторинга и особенности отбора и подготовки проб для радиометрических измерений.
39. Особенности отбора проб для радиохимического анализа.
40. Пробоподготовка к выполнению радиохимического анализа.
41. Обосновать целесообразность определения  $^{90}\text{Sr}$  радиохимическим методом.
42. Сущность метода изотопных носителей в радиохимическом анализе.
43. Основные стадии определения  $^{90}\text{Sr}$  оксалатным методом.
44. Ускоренные методы радиохимического определения  $^{90}\text{Sr}$ .
45. Обосновать целесообразность определения  $^{90}\text{Sr}$  по активности дочернего  $^{90}\text{Y}$
46. Схемы радиохимического разделения  $^{90}\text{Sr}$  и  $^{90}\text{Y}$
47. Способы представления данных радиоэкологического мониторинга.
48. Основные показатели радиоэкологического мониторинга.
49. Использование данных радиоэкологического мониторинга для прогноза развития радиоэкологической ситуации.
50. Картографическое представление данных радиоэкологического мониторинга.

## **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), промежуточного (по разделам) контроля и промежуточной аттестации (экзамен) 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 оценку входят результаты всех контролируемых видов деятельности – выполнение и защита лабораторных и практических работ, выполнение контрольных работ, посещение лекций и сдача зачета в конце курса.

Все виды учебных работ должны быть выполнены точно в сроки, предусмотренные программой обучения. Если студент пропустил лабораторное или 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 в виде выполнения контрольных работ проводится после изучения первого, второго и четвертого разделов дисциплины. 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 х 17 (Л) = 34 баллов

Выполнение и защита лабораторных (ЛР)

– 5 балла х 17 (ЛР) = 85 баллов

Контрольные работы – 15 баллов х 3 (КР) = 45 баллов

Поощрительные баллы – 6 баллов

**Всего – 170 баллов**

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

Таблица 7

Шкала оценивания (% от максимального балла)	Количество баллов	Зачет с оценкой
85-100	145 - 170	Отлично
70-84	119 - 144	Хорошо
60-69	102 - 118	Удовлетворительно
0-59	0 - 101	Неудовлетворительно

## 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.

## **7.2 Дополнительная литература**

1. Анненков Б.Н. Радиационные катастрофы: последствия и контрмеры в сельском хозяйстве/ - Москва : Санэпидмедиа, 2008
2. Лурье, А.А. Сельскохозяйственная радиология и радиоэкология [Текст] : конспект лекций / А. А. Лурье ; Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К. А. Тимирязева (Москва). - Москва : МСХА, 2007. - 227 с.
3. Орлов П.М. Радиационный мониторинг сельскохозяйственных угодий Российской Федерации: к 150-летию со дня рождения Д. Н. Прянишникова / П. М. Орлов, М. И. Лунёв, В. Г. Сычёв; – Москва : ВНИИА, 2015. - 175 с.
4. Ратников А. Н. Реабилитационные мероприятия на сельскохозяйственных угодьях, подвергшихся радиоактивному загрязнению / Ратников А.Н. [и др.] // Известия ТСХА – 2019. – Вып. 2, с.18-31
5. Сахаров В.К. Радиоэкология: учебное пособие / В. К. Сахаров. - СПб. : Лань, 2006. - 320 с.
6. Сапожников, Ю.А. Радиоактивность окружающей среды : теория и практика: учебное и учебно-методическое пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности 02.00.14 - "Радиохимия", а также аспирантов и слушателей курсов повышения квалификации / Ю. А. Сапожников, С. Н. Калмыков, Р. А. Алиев. - Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2006. - 286 с.
7. Тепляков, Б. И. Сельскохозяйственная радиология: учебное пособие / Б. И. Тепляков.– Новосибирск:НГАУ, 2013.– 230 с. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/44524>
8. Чернобыль: радиационный мониторинг сельскохозяйственных угодий и агрорхимические аспекты снижения последствий радиоактивного загрязнения почв: к 30-летию техногенной аварии на Чернобыльской АЭС / В. Г. Сычёв [и др.]; - Москва : ВНИИА, 2016. - 183 с.

## **7.3 Нормативные правовые акты**

1. Собрание законодательства Российской Федерации, 2003, № 46 (часть 1), с.4436 «Об использовании атомной энергии».
2. Федеральный закон от 9.01.1996, №3-ФЗ О радиационной безопасности населения».
3. Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы. СанПиН 2.3.2.1078–01.- Москва: ФГУП «ИнтерСЭН», 2002.
4. Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/2009). - М. Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2009.
5. Перечень основных действующих нормативных и методических документов по радиационной гигиене. М.: ФЦГСЭН МЗ России, 2004.
6. Организация государственного радиоэкологического мониторинга агроэко-систем в зоне воздействия радиационно-опасных объектов. Методические указания. МУ 13.5.13-007 августа 2000 г.

## **7.4 Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям**

1. Журавлёва О.С., Смолина Г.А. Радиология. Сборник задач. М.: Изд-во РГАУ-МСХА, 2010.
2. Рекомендации по ведению сельского хозяйства в условиях радиоактивного загрязнения территории в результате аварии на Чернобыльской АЭС на период 1991-1995 гг. (под ред. Р.М. Алексахина). М.: ГлавагроБИопром, 1991
3. Смолина, Г.А. Курсовой проект по дисциплине «Радиоэкологический мониторинг»: методические указания / Г.А. Смолина, Ю.Е. Гусева; Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева. – Москва: РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева, 2022. – 50 с. – Режим доступа: <http://elib.timacad.ru/dl/full/r20220426-12.pdf/info>
4. Фокин, А.Д. Прогноз и пути снижения дозовых нагрузок на население при ведении сельского хозяйства в условиях радионуклидных загрязнений : учебное пособие по спец. "АгроЭкология" / А. Д. Фокин, С. П. Торшин, Г. А. Зинченко ; Московская сельскохозяйственная академия им. К. А. Тимирязева. - Москва : МСХА, 1999. - 70 с.

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

1. <http://www.ibrae.ac.ru/pubtext/52/> (открытый доступ) – Российский национальный доклад: 30 лет Чернобыльской аварии. Итоги и перспективы преодоления ее последствий в России. 1986-2016. Под ред. В.А. Пучкова и Л.А. Большова М., 2016
2. <http://www.ibrae.ru/russian/chernobyl-3d/man/index.html> (открытый доступ) – Чернобыль в трех измерениях – программа ИБРАЭ РАН.
3. <http://radgig.ru/osnovnyie-dokumentyi.html> (открытый доступ) – основные документы по радиационной безопасности.
4. [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

## **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.russianatom.ru> (открытый доступ) – радиационная обстановка на предприятиях Росатома
4. <http://www.gosnadzor.ru/> (открытый доступ) – федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору – Ростехнадзор.
5. <http://www.radon.ru/> (открытый доступ) – ФГУП «Радон».

6. <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 учебных 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 «Радиоэкологический мониторинг» 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>
1	2
6 уч. корпус, аудитория №136 (лекции, практические и лабораторные занятия, групповые и индивидуальные консультации, текущий контроль и промежуточная аттестация)	Стол – 15 шт. (инв. № 559780/1-14) Стулья – 45 шт. Доска маркерная (инв. № 555897) Трибуна (инв. № 591697) Мультимедийный проектор M2660 (инв. № 34793/2) Проектор LCD 4500 лм (инв. № 591693) Монитор (Acer 17") (инв. № 597182) Комплект коммутации (инв. № 591699/1) Крепление для проектора (инв. № 591685) Экран Targa (3,4) 198x264 (инв. № 591689) Радиометр «Эксперт» – 12 шт. (инв. № 559776/1-12) Дозиметр ИРД-02 – 9 шт. (инв. № 560444/0-6, 559777/3-5) Дозиметр ДКС-04 – 2 шт. (инв. № 34514, 34514/0-1)
6 уч. корпус, аудитория №143 (практические и лабораторные занятия, групповые и индивидуальные консультации, текущий контроль и промежуточная аттестация)	Стулья – 30 шт. Доска маркерная (инв. № 555897/1) Комплект Детектор-индикатор (инв. № 553094) Радиометр «Эксперт» – 12 шт. (инв. № 559776/13-24) Дозиметр ДРГ-01Т1 – 2 шт. (инв. № 35590, 35590/1) Дозиметр-радиометр МКС-АТ6130 (инв. № 602199) Дозиметр (инв. № 558018, 558018/1)
6 уч. корпус, аудитория №144 (работа с литературой, выполнение	Сцинтилляционный гамма-спектрометр автоматический Perkin-Elmer Wizard 2480 (инв. № 410124000559775)

ние учебно-исследовательской и научно-исследовательской работы студентов во внеаудиторное время при методическом руководстве преподавателя)	Сцинтилляционный гамма-бета спектрометр Сомпри-Gamma-1282 (инв. №35396) Радиометр дозиметр (инв. № 34265, 34265/1, 34265/2) Экологические карты РФ (инв. № 553100)
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).
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, агроклиматические 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 «Радиоэкологический мониторинг» включает 68,35 часа аудиторной и 75,65 часов самостоятельной работы студента. Из аудиторной работы 34 часа отводится на лекции и 34 часа – на лабораторные работы.

Студентам следует обратить особое внимание на выполнение лабораторных работ, как на самую важную часть дисциплины. Пропуск занятий лабораторного практикума приводит к тому, что у студента не формируются основные умения и навыки работы с радиометрическими, спектрометрическими 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 четвертую часть от общей трудоемкости дисциплины, поэтому для полноценного освоения предмета студенту необходимо большое внимание уделять самостоятельной работе по изучению основных вопросов, включенных в тематический план учебной дисциплины. Для отдельных студентов изучение первого и второго 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, лабораторных и практических занятий), но и активных и интерактивных методов обучения (разбор конкретных ситуаций, проблемные лекции и т.п.), что способствует более глубокому усвоению дисциплины.

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

Студент, пропустивший лабораторные работы или практические занятия, обязан составить конспект и сдать преподавателю теоретическую часть работы. При этом максимальный рейтинговый балл снижается в два раза. Учитывая практическую направленность курса, студент не должен пропускать более половины лабораторных занятий.

Пропущенные контрольные работы должны быть написаны или сданы устно в полном объеме в дни консультаций.

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

Организация обучения по дисциплине «Радиоэкологический мониторинг» и проведение лабораторных и 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 144 часа 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 обучаемых. 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 «Радиоэкологический мониторинг» 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. Около половины времени, отведенного на аудиторную работу студентов, отводится на выполнение лабораторных работ (34 часа из 68,35 часов). По этой причине большое внимание необходимо уделять их подготовке и выполнению. Особенно это касается первого, второго и четвертого разделов дисциплины. Для повышения эффективности усвоения материалов рекомендуется каждому студенту выполнять работы не коллективно, а индивидуально.

При изучении материалов всех разделов дисциплины целесообразно использовать активные и интерактивные формы проведения занятий, например

проблемные лекции, разбор конкретных ситуаций, решение ситуационных задач и др.

Программу разработали:

Смолина Г.А., к.б.н., доцент

Гусева Ю.Е., к.б.н., доцент



Handwritten signatures of G.A. Smolina and Yu.E. Guseva, both in blue ink, are placed above two horizontal lines. The signature of G.A. Smolina is on the top line, and the signature of Yu.E. Guseva is on the bottom line.

**РЕЦЕНЗИЯ**  
**на рабочую программу дисциплины «Радиоэкологический мониторинг» ОПОП ВО**  
**по направлению 05.03.06 Экология и природопользование,**  
**направленность «Агроэкология и экологически безопасная продукция**  
**(квалификация выпускника – бакалавр)**

**Тихоновой Mariей Васильевной**, кандидатом биологических наук, доцентом кафедры экологии (далее по тексту рецензент), проведена рецензия рабочей программы дисциплины «Радиоэкологический мониторинг» ОПОП ВО по направлению 05.03.06 Экология и природопользование, направленность «Агроэкология и экологически безопасная продукция» (бакалавриат), разработанной в ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», на кафедре агрономической, биологической химии и радиологии (разработчики – Смолина Галина Алексеевна, доцент кафедры, кандидат биологических наук и Гусева Юлия Евгеньевна, доцент кафедры, кандидат биологических наук).

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

1. Предъявленная рабочая программа дисциплины «Радиоэкологический мониторинг» (далее по тексту Программа) соответствует требованиям ФГОС ВО по направлению 05.03.06 Экология и природопользование. 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 учебного цикла – Б1.

3. Представленные в Программе **цели** дисциплины соответствуют требованиям ФГОС ВО направления 05.03.06 Экология и природопользование.

4. В соответствии с Программой за дисциплиной «Радиоэкологический мониторинг» закреплено 2 **компетенции**. Дисциплина «Радиоэкологический мониторинг» 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 «Радиоэкологический мониторинг» составляет 4 зачётных единицы (144 часа).

6. Информация о взаимосвязи изучаемых дисциплин и вопросам исключения дублирования в содержании дисциплин соответствует действительности. Дисциплина «Радиоэкологический мониторинг» взаимосвязана с другими дисциплинами ОПОП ВО и Учебного плана по направлению 05.03.06 Экология и природопользование 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 «Радиоэкологический мониторинг» предполагает 7 занятий (14 часов) в интерактивной форме.

9. Виды, содержание и трудоёмкость самостоятельной работы студентов, представленные в Программе, соответствуют требованиям к подготовке выпускников, содержащимся во ФГОС ВО направления 05.03.06 Экология и природопользование.

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

Форма промежуточного контроля знаний студентов, предусмотренная Программой, осуществляется в форме зачета и курсового проекта, что соответствует статусу дисциплины, как дисциплины вариативной части учебного цикла – Б1 ФГОС ВО направления 05.03.06 Экология и природопользование.

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 – 8 наименований, нормативно-правовыми актами – 6 источников и методическими указаниями со ссылкой на электронные ресурсы, Интернет-ресурсы – 4 источника и *соответствует* требованиям ФГОС ВО направления 05.03.06 Экология и природопользование.

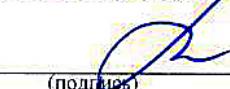
13. Материально-техническое обеспечение дисциплины соответствует специфике дисциплины «Радиоэкологический мониторинг» и обеспечивает использование современных образовательных, в том числе интерактивных методов обучения.

14. Методические рекомендации студентам и методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине дают представление о специфике обучения по дисциплине «Радиоэкологический мониторинг».

## ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

На основании проведенной рецензии можно сделать заключение, что характер, структура и содержание рабочей программы дисциплины «Радиоэкологический мониторинг» ОПОП ВО по направлению 05.03.06 Экология и природопользование, направленности «Агроэкология и экологически безопасная продукция» (квалификация выпускника – бакалавр), разработанная Смолиной Г.А., доцентом кафедры агрономической, биологической химии и радиологии, кандидатом биологических наук и Гусевой Ю.Е., 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: Тихонова М.В., доцент кафедры экологии РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, кандидат биологических наук, доцент

  
(подпись)

« 25 » *августа* 2025 г.