

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Бенин Дмитрий Михайлович



МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

строительства имени А.Н.Костякова

Дата подписания: 21.07.2025 09:46:09

Уникальный программный ключ:

dcb6dc8315334aed86f2a7c3a0ce2cf217be1e29

РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ –  
МСХА имени К.А. ТИМИРЯЗЕВА»  
(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

“29 Августа” 2025 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

### Б1.В.ДВ.04.01 Радиоэкология леса

для подготовки бакалавров

ФГОС ВО

Направление: 35.03.01 Лесное дело

Направленность: Цифровое лесное хозяйство

Курс 4

Семестр 7

Форма обучения: очная

Год начала подготовки: 2025

Москва, 2025

Разработчик: Смолина Галина Алексеевна, к.б.н., доцент



«22» августа 2025 г.

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

  
(подпись)

«25» августа 2025 г.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО, профессионального стандарта и учебного плана по направлению подготовки 35.03.01 Лесное дело.

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» 08 . 2025 г.

И.о. заведующего выпускающей  
кафедры землеустройства и лесоводства  
Безбородов Ю.Г., д.т.н., доцент



(подпись)

«28» августа 2025 г.

Зав. отдела комплектования ЦНБ /

  
(подпись)

## Содержание

<b>АННОТАЦИЯ.....</b>	<b>3</b>
<b>1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>3</b>
<b>2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ .....</b>	<b>4</b>
<b>3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ .....</b>	<b>4</b>
<b>4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>6</b>
4.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ .....	6
4.2 Содержание дисциплины.....	6
4.3 Лекции/лабораторные занятия .....	9
<b>5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ .....</b>	<b>13</b>
<b>6. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>14</b>
6.1 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности .....	14
ПРИМЕРНЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ К ЗАЧЕТУ ПО ДИСЦИПЛИНЕ .....	15
6.2. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания .....	17
<b>7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>18</b>
7.1 Основная литература .....	18
7.2 Дополнительная литература.....	18
7.3 Нормативные правовые акты .....	19
7.4 Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям.....	19
<b>8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>19</b>
<b>9. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ.....</b>	<b>20</b>
<b>10. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....</b>	<b>20</b>
<b>11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ .</b>	<b>21</b>
Виды и формы отработки пропущенных занятий .....	22
<b>12. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯМ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....</b>	<b>22</b>

**Аннотация  
рабочей программы учебной дисциплины  
Б1.В.09 «Радиоэкология леса»  
для подготовки бакалавра по направлению  
35.03.01 Лесное дело  
направленность «Цифровое лесное хозяйство»**

**Цель освоения дисциплины:** освоение студентами теоретических и практических знаний по физико-химическим, биологическим, экологическим основам и методам радиоэкологии. Студенты приобретают умения и навыки проведения радиоэкологического и дозиметрического контроля, который предусматривает определение содержания отдельных радионуклидов в компонентах лесных и сельскохозяйственных экосистем и оценку дозиметрической обстановки на территории. Бакалавры приобретают умение прогнозировать развитие радиоэкологической ситуации и навыки разработки контрмер, обеспечивающих безопасное проживание населения на загрязненных радионуклидами территориях и производство лесной и сельскохозяйственной продукции, отвечающей санитарно-гигиеническим нормам. Студенты получают знания в области информационно-методического обеспечения радиоэкологии.

**Место дисциплины в учебном плане:** дисциплина включена в часть, формируемую участниками образовательных отношений, дисциплина по выбо-ру учебного плана по направлению подготовки 35.03.01 Лесное дело

**Требования к результатам освоения дисциплины:** в результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции: УК-8.1; ПКос-3.2.

**Краткое содержание дисциплины:** Явление радиоактивности, изотопии. Виды радиоактивных излучений. Закономерности радиоактивного распада, период полураспада. Природный радиационный фон. Естественные и искусственные радионуклиды. Основы радиометрии. Способы измерения радиоактивности. Взаимодействие излучений с веществом. Биологическое действие радиации. Основы сельскохозяйственной радиобиологии. Радиационные биотехнологии в сельскохозяйственной практике. Основы дозиметрии, дозиметрические приборы. Принципы и нормы радиационной безопасности. НРБ-99/09. Дозиметрия. Основные источники радиоактивного загрязнения лесных и агрокосистем. Состояние и поведение радионуклидов в природных и сельскохозяйственных экосистемах. Вовлечение радионуклидов в биогеохимические циклы и трофические цепи. Прогнозные оценки радиационной ситуации Концепция проживания и ведения хозяйства на территориях, загрязненных радионуклидами. Система контрмер, направленных на снижение последствий радиоактивного загрязнения.

**Общая трудоемкость дисциплины:** 72 часа (2 зач.ед.).

**Промежуточный контроль:** зачет.

## **1. Цели освоения дисциплины**

Целью освоения дисциплины «Радиоэкология леса» является освоение студентами теоретических и практических знаний по физико-химическим, биологическим, экологическим основам и методам радиологии. Студенты приоб-

ретают умения и навыки проведения радиоэкологического и дозиметрического контроля, который предусматривает оценку дозиметрической обстановки на территории и определение содержания отдельных радионуклидов в компонентах лесных и сельскохозяйственных экосистем, а также в кормах и пищевых продуктах растительного и животного происхождения. Студенты знакомятся с современными цифровыми технологиями, которые используются при проведении этих работ.

Важной частью дисциплины является умение студентов прогнозировать развитие радиоэкологической ситуации и приобретение навыков разработки контрмер, обеспечивающих безопасное проживание населения на загрязненных радионуклидами территориях и производство лесной и сельскохозяйственной продукции, отвечающей санитарно-гигиеническим нормам.

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

Дисциплина «Радиоэкология леса» включена в часть, формируемую участниками образовательных отношений Блока 1 Дисциплины, дисциплина по выбору. Дисциплина «Радиоэкология леса» реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОПОП ВО и Учебного плана по направлению 35.03.01 Лесное дело направленность «Цифровое лесное хозяйство».

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Радиоэкология леса», являются «Физика», «Неорганическая химия», «Высшая математика», «Почвоведение», «Основы минерального питания древесных растений», «Система удобрений в лесных питомниках».

Дисциплина «Радиоэкология леса» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: «Экология», «Защита леса», «Проектирование освоения лесов для ведения сельского хозяйства».

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 лесных и земельных ресурсов.

Рабочая программа дисциплины «Радиоэкология леса» 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	Ин- декс компе- тенции	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 возможном вспышке 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	<ul style="list-style-type: none"> <li>– главные источники и причины радиоактивных загрязнений природных и сельскохозяйственных объектов;</li> <li>– основные Федеральные законы в области радиационной безопасности;</li> <li>– современные нормы радиационной безопасности;</li> <li>– основы биологического действия ионизирующего излучения;</li> <li>– основные методы регистрации излучений, приборы и особенности измерения радиации;</li> <li>– способы снижения загрязнения продукции растениеводства и животноводства радионуклидами,</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 обобщать информацию о радионуклидных загрязнениях территорий;</li> <li>– измерять дозу и мощность дозы внешнего облучения;</li> <li>– оценивать реальную опасность действия радиации;</li> <li>– определять ограничения по работе в условиях радиоактивного загрязнения;</li> <li>– подбирать индивидуальные средства защиты для персонала, ведущего работы в условиях радиоактивного загрязнения;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– владеть терминами и понятиями радиоэкологии;</li> <li>– навыками работы с радиометрическими, спектрометрическими и дозиметрическими приборами;</li> <li>– навыками применения контрмер, направленных на снижение последствий радиоактивного загрязнения;</li> </ul>
2	ПКос -3	Способен владеть методами контроля и надзора за реализацией лесохозяйственного регламента, проектами освоения лесов: за выполнением работ по использованию лесов, работ по обеспечению охраны и защиты лесов, проведением мероприятий по воспроизводству лесов и лесоразведению, ведением государственного лесного реестра и отраслевой статистической отчетности, выполнением работ по формированию лесных участков; осуществлением лесного надзора	ПКос-3.2. Умеет реализовывать и контролировать выполнение работ по использованию лесов, по обеспечению охраны и защиты лесов, проведением мероприятий по воспроизводству лесов и лесоразведению	<ul style="list-style-type: none"> <li>– основные закономерности поведения радионуклидов в лесных экосистемах, перемещение радионуклидов в составе лесной растительности;</li> <li>– действие радиации на лесные экосистемы, особенности радиационного поражения лесных биоценозов;</li> <li>– допустимые уровни содержания радионуклидов в почвах, кормах, удобрениях, лесоматериалах и продуктах питания;</li> <li>– подходы к лесохозяйственной деятельности в условиях радиоактивного загрязнения.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– измерять дозу и мощность дозы внешнего облучения;</li> <li>– измерять, проводить идентификацию и оценивать уровни содержания радионуклидов в лесных и сельскохозяйственных объектах;</li> <li>– применять данные радиометрического и дозиметрического контроля для разработки системы контрмер в условиях конкретных хозяйств и территорий.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– навыками работы с нормативными документами по радиационной безопасности и гигиене;</li> <li>– навыками работы с современными источниками информации: научная периодика, Интернет, Банки данных и др.</li> <li>– навыками применения контрмер, направленных на снижение последствий радиоактивного загрязнения.</li> </ul>

## **4. Структура и содержание дисциплины**

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

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 2 зач.ед. (72 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</b> дисциплины по учебному плану	<b>72</b>	<b>72</b>
<b>1. Контактная работа:</b>		
<b>Аудиторная работа</b>	<b>32,25</b>	<b>32,25</b>
<i>в том числе:</i>		
лекции (Л)	16	16
лабораторные работы (ЛР)	16	16
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	0,25	0,25
<b>2. Самостоятельная работа (СРС)</b>	<b>39,75</b>	<b>39,75</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>	30,75	30,75
Подготовка к зачету с оценкой (контроль)	9	9
Вид промежуточного контроля:	Зачет	

## **4.2 Содержание дисциплины**

Таблица 3

#### **Тематический план учебной дисциплины**

Наименование разделов и тем дисциплин (укрупнено)	Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа СР
		Л	ЛР	ПКР	
<b>Раздел 1.</b> Введение в «Радиоэкологию леса». Физические основы радиоэкологии.	18	4	6	—	8
<b>Раздел 2.</b> Основы радиобиологии и дозиметрии	14	2	4	—	8
<b>Раздел 3.</b> Естественная и искусственная радиоактивность в окружающей среде	14	4	2	—	8
<b>Раздел 4.</b> Поведение техногенных радионуклидов в лесных и сельскохозяйственных экосистемах	14	4	2	—	8
<b>Раздел 5.</b> Ведение лесного и сельскохозяйственного производства в условиях радионуклидного загрязнения	11,75	2	2	—	7,75
Контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	0,25	—	—	0,25	—
<b>Итого по дисциплине</b>	<b>72</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>0,25</b>	<b>39,75</b>

## **Раздел 1. Введение в «Радиоэкологию леса». Физические основы радиоэкологии.**

Предмет, задачи и основные разделы радиоэкологии. История развития. Вклад ученых Тимирязевской сельскохозяйственной академии в развитие радиоэкологии.

### **Тема 1. Явление радиоактивности. Типы распада и природа излучений**

Строение атома. Явление изотопии и радиоактивности. Основные типы радиоактивного распада. Природа альфа-, бета- и гамма-излучений. Энергия излучения. Схемы распада изотопов.

### **Тема 2. Методы регистрации излучений и обнаружения радионуклидов**

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. Факторы, влияющие на эффективность счета. Техника безопасности при работе в радиологической лаборатории.

### **Тема 3. Закономерности радиоактивного распада**

Закон радиоактивного распада. Кривая радиоактивного распада. Константы: постоянная распада, период полураспада. Активность и единицы ее измерения. Определение периода полураспада неизвестного радионуклида и его идентификация. Статистические ошибки при радиометрических измерениях.

### **Тема 4. 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. Основы радиобиологии и дозиметрии**

### **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”. Радиочувствительность лесных экосистем. Радиационные поражения лесных биоценозов

### **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. 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. Естественная и искусственная радиоактивность в окружающей среде**

## **Тема 1. Природные источники радиации**

Космические лучи. Естественные радионуклиды, радиоактивные семейства. Районы с природно-повышенной радиоактивностью. Техногенно-измененная естественная радиоактивность.

## **Тема 2. Источники радионуклидных загрязнений**

Понятие – радиоактивное загрязнение. Основные источники радиоактивного загрязнения в агросфере – испытания ядерного оружия и ядерные взрывы в «мирных» целях, аварии на предприятиях ядерного топливного цикла, радиоактивные отходы. Радиоэкологическая ситуация на территории России и за рубежом. Аварии на Южном Урале. Авария на Чернобыльской АЭС, на АЭС Фукусима-1.

Принципы и способы высвобождения внутриядерной энергии. Проблемы утилизации радиоактивных отходов и отработанного ядерного топлива. Экологические аспекты развития атомной энергетики.

## **Тема 3. Методы обнаружения и идентификации радионуклидных загрязнений**

Подходы к обнаружению радиоактивных загрязнений по суммарной активности. Способы учета природной радиоактивности объекта. Радиохимические метод разделения изотопов. Спектрометрический метод идентификации радионуклидного состава радиоактивного загрязнения. Нормативы, регламентирующие содержание радионуклидов в почвах, продуктах питания, кормах.

## **Раздел 4. Поведение техногенных радионуклидов в лесных и сельскохозяйственных экосистемах**

### **Тема 1. Общие представления. Первичные взаимодействия радионуклидов с различными компонентами экосистем**

Виды, состав и характер атмосферных выпадений радионуклидов. Состав и виды радиоактивных загрязнений. Взаимодействие и пространственное перераспределение радионуклидов при выпадении на наземные органы растений. Механизмы взаимодействия радионуклидов с почвой и прочность закрепления их в различных типах почв. Поведение радионуклидов при выпадении их на снежный покров и поверхности открытых водоемов

### **Тема 2. Вторичное перераспределение радионуклидов и особенности их поведения в лесных и сельскохозяйственных экосистемах**

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 лесных и сельскохозяйственных экосистемах. Состояние и проблемы радиационного контроля, прогноз развития ситуации во времени.

## **Раздел 5. Ведение лесного и сельскохозяйственного производства в условиях радионуклидного загрязнения**

### **Тема 1. Концепция проживания и ведения хозяйства на загрязненных территориях**

Оценка целесообразности ведения хозяйственной деятельности на загрязненных территориях. Концепция проживания и ведения хозяйства с учетом допустимой пожизненной дозы облучения населения. Общие условия и требования при ведении сельскохозяйственного производства на территориях, загрязненных радионуклидами. Радиоэкологический мониторинг.

**Тема 2.** Мероприятия по снижению содержания радионуклидов в лесной и сельскохозяйственной продукции.

Способы реабилитации почв, загрязненных радионуклидами. Мероприятия по снижению содержания радионуклидов в лесной продукции. Мероприятия по снижению содержания радионуклидов в продукции растениеводства (агротехнические, агрохимические мероприятия, технологические приемы переработки исходной продукции) и 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 и контрольных мероприятий**

№ п/п	№ раздела	№ и название лекций/ лабораторных занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
1.		<b>Раздел 1</b> Введение в «Радиоэкологию леса». Физические основы радиоэкологии.			<b>10</b>
	Тема 1. Явление радиоактивности. Типы распада и природа излучений	Лекция №1. Предмет и задачи лесной радиоэкологии. История развития науки. Вклад ученых Тимирязевской академии в развитие радиоэкологии. Использование мультимедийного проектора	УК-8.1; ПКос-3.2	–	2
		Лекция №2. Физические основы. Явление радиоактивности. Типы распада, виды излучений. Использование мультимедийного проектора	УК-8.1; ПКос-3.2	–	2
	Тема 2. Методы регистрации излучений и обнаружения радионуклидов	Лабораторная работа № 1. Методы обнаружения и регистрации радиоактивности. Радиометр «Эксперт-М». Определение эффективности счета радиометрической установки	УК-8.1; ПКос-3.2	Защита	2
	Тема 3. Законы радиоактивного распада	Лабораторная работа № 2. Закон радиоактивного распада. Определение периода полураспада неизвестного радионуклида и его идентификация	УК-8.1	Защита	2

№ п/п	№ раздела	№ и название лекций/ лабораторных занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
3.	Тема 4. Взаимо- действие излу- чений с веще- ством	Лабораторная работа № 3. Механизмы взаимодействия излучений с веществом. Изучение проникающей способности разных видов излучения.	УК-8.1; ПКос-3.2	Защита,	1,5
		Контрольная работа по темам раздела 1.	УК-8.1; ПКос-3.2	Контрольная работа	0,5
<b>Раздел 2. Основы радиобиологии и дозиметрии</b>					<b>6</b>
3.	Тема 1. Биологи- ческое действие радиации	Лекция №3. Биологическое действие радиации. Основы дозиметрии. Использование мультимедийного проектора	УК-8.3; ПКос-3.2	–	2
	Тема 2. Основы дозиметрии	Лабораторная работа № 4. Приборы дозиметрического контроля измерения дозы и мощности дозы внешнего облучения. Принципы и нормы радиационной безопасности	УК-8.1; ПКос-3.2	Защита	2
		Лабораторная работа № 5. Дозиметрия внешнего излучения. Расчет безопасных условий работы	УК-8.1; ПКос-3.2	Защита	1,5
3.		Контрольная работа № 2 по темам раздела 2	УК-8.1; ПКос-3.2	Контрольная работа	0,5
	<b>Раздел 3. Естественная и искусственная радиоактивность в окружающей среде</b>				<b>6</b>
	Тема 1. При- родные источ- ники радиации	Лекции №4. Природные источники радиации. Использование мультимедийного проектора	УК-8.1; ПКос-3.2	–	2
	Тема 2. Источ- ники радио- нуклидных за- грязнений	Лекции №5. Источники радионуклидных загрязнений. Использование мультимедийного проектора	УК-8.1; ПКос-3.2	–	2
4.	Тема 3. Методы обнаружения и идентификации радионуклид- ных загрязнений	Лабораторная работа № 6. Обнаружение радиоактивных загрязнений сельскохозяйственных объектов по суммарной удельной β-активности	УК-8.1; ПКос-3.2	Защита	2
	<b>Раздел 4. Поведение техногенных радионуклидов в лесных и сельскохозяйственных экосистемах</b>				<b>8</b>
	Тема 1. Общие представления. Первичные вза-	Лекции №6. Поведение радионуклидов в окружающей среде. Использование мультимедийного проектора	ПКос-3.2	–	2

№ п/п	№ раздела	№ и название лекций/ лабораторных занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
	имодействия радионуклидов с различными компонентами экосистем	Лабораторная работа № 7. Определение радионуклидного состава радиоактивного загрязнения	УК-8.1; ПКос-3.2	Защита	2
	Тема 2. Вторичное перераспределение радионуклидов и особенности их поведения в основных типах наземных экосистем	Лекция №7. Особенности поведения радионуклидов в лесных экосистемах. Использование мультимедийного проектора	ПКос-3.2	-	2
5.	<b>Раздел 5. Ведение лесного и сельскохозяйственного производства в условиях радионуклидного загрязнения</b>				<b>4</b>
	Тема 1. Концепция проживания и ведения хозяйства на загрязненных территориях.	Лекция № 8. Концепция проживания и ведения хозяйства на загрязненных территориях. Система контрмер, направленных на снижение последствий радиоактивного загрязнения. <i>Использование мультимедийного проектора</i>	УК-8.1; ПКос-3.2	-	2
	Тема 2. Мероприятия по снижению содержания радионуклидов в с.-х. продукции.	Лабораторная работа № 8. Расчет суммарной дозы облучения человека, проживающего на загрязненной территории. Разработка мероприятий, направленных на снижение содержания радионуклидов в сельскохозяйственной продукции и доз облучения человека.	УК-8.1; ПКос-3.2	Защита	1,5
		Контрольная работа № 3 по темам разделов 3,4,5.	УК-8.1; ПКос-3.2	Контрольная работа	0,5

Таблица 5

**Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины**

№ п/п	№ раздела и темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
<b>Раздел 1. Введение в «Радиоэкологию леса». Физические основы радиоэкологии.</b>		
1.	Тема 1. Явление радиоактивности. Типы распада и природа излучений	1. История развития с.-х. радиологии (УК-8.1; ПКос-3.2) 2. Сравнительная характеристика альфа-, бета- и гаммаизлучений (УК-8.1; ПКос-3.2) 3. Написать схемы распада основных дозообразующих радионуклидов и охарактеризовать их излучение (УК-8.1; ПКос-3.2)

<b>№ п/п</b>	<b>№ раздела и темы</b>	<b>Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения</b>
2.	Тема 2. Методы регистрации излучений и обнаружения радионуклидов	1. Принцип работы счетчика Гейгера-Мюллера (УК-8.1; ПКос-3.2) 2. Принцип работы сцинтилляционного счетчика (УК-8.1; ПКос-3.2) 3. Факторы, влияющие на эффективность счета при измерениях радиоактивности. (УК-8.1; ПКос-3.2) 4. Абсолютные и относительные измерения радиоактивности. Использование эталонов. (УК-8.1; ПКос-3.2)
3	Тема 3. Закономерности радиоактивного распада	1. Графическое изображение закона радиоактивного распада. 3. Идентификация радионуклидов по кривой радиоактивного распада (УК-8.1) 4. Статистика в радиометрии. Расчет условий получения заданной точности измерений (УК-8.1)
4	Тема 4. Взаимодействие излучений с веществом	1. Сравнительная оценка опасности излучений различных видов при внешнем и внутреннем облучении. (УК-8.1) 2. Экранирование источников излучений при работе с ними. Материалы экранов для излучений различного вида и расчет толщины экрана. (УК-8.1)
<b>Раздел 2. Основы радиобиологии и дозиметрии</b>		
5	Тема 1. Биологическое действие радиации	1. Радиочувствительность лесных экосистем. (ПКос-3.2) 2. Особенности радиационного поражения у растений (ПКос-3.2) 3. Радиационные поражения лесных биоценозов (ПКос-3.2) 4. Радиочувствительность биообъектов (клеток, органов, тканей, целых организмов). (УК-8.1; ПКос-3.2)
6	Тема 2. Основы дозиметрии	1. Основные принципы защиты от внешнего облучения. (УК-8.1; ПКос-3.2) 2. Изменение норм радиационной безопасности во времени. (УК-8.1; ПКос-3.2)
<b>Раздел 3. Естественная и искусственная радиоактивность в окружающей среде</b>		
7	Тема 1. Природные источники радиации	1. Вклад естественных радиоактивных элементов в фоновое облучение человека. (УК-8.1; ПКос-3.2) 2. Районы на Земле с повышенной природной радиоактивностью (УК-8.1; ПКос-3.2)
8	Тема 2. Источники радионуклидных загрязнений	1. Основные источники радионуклидных загрязнений агрогеосистем. (УК-8.1; ПКос-3.2) 2. Главные дозообразующие радионуклиды, образующиеся при аварии на АЭС и при ядерном взрыве. (УК-8.1; ПКос-3.2) 3. Выпадения радионуклидов из атмосферы, их виды и характер. (УК-8.1; ПКос-3.2)
9	Тема 3. Методы обнаружения и идентификации радионуклидных загрязнений	1. Методы обнаружения радионуклидных загрязнений. (УК-8.1; ПКос-3.2) 2. Гамма-спектрометрия, ее использование для контроля радиоактивного загрязнения. (УК-8.1; ПКос-3.2) 3. Современные нормативы, регламентирующие содержание радионуклидов (УК-8.1; ПКос-3.20)
<b>Раздел 4. Поведение техногенных радионуклидов в лесных и сельскохозяйственных экосистемах</b>		
10	Тема 1. Общие представления. Первичные взаимодействия	1. Характеристика $^{137}\text{Cs}$ и $^{90}\text{Sr}$ , особенности их радиоэкологии. (УК-8.1; ПКос-3.2) 2. Опасность для человека от $^{131}\text{I}$ при аварийных выбросах из

<b>№ п/п</b>	<b>№ раздела и темы</b>	<b>Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения</b>
	радионуклидов с различными компонентами экосистем	ядерного реактора. Возможности и способы защиты. (УК-8.1; ПКос-3.2) 3. Роль лесных экосистем в формировании дозовой нагрузки на человека, проживающего в радиоактивно загрязненной местности. (ПКос-3.2)
11	Тема 2. Вторичное перераспределение радионуклидов и особенности их поведения в основных типах наземных экосистем	1. Миграционная способность радионуклидов в почве. (ПКос-3.2) 2. Сравнительное накопление радионуклидов различными растениями при выращивании на различных почвах. (ПКос-3.2) 3. Общие представления о трофических цепочках для радионуклидов в лесных экосистемах. (ПКос-3.2) 4. Скорость выведения радионуклидов из организма человека и возможности воздействия на нее. (УК-8.1; ПКос-3.2)
<b>Раздел 5. Ведение лесного и сельскохозяйственного производства в условиях радионуклидного загрязнения</b>		
12	Тема 1. Концепция проживания и ведения хозяйства на загрязненных территориях	1. Оценка целесообразности ведения хозяйственной деятельности на загрязненных территориях. (УК-8.1; ПКос-3.2) 2. Содержание понятия радиоэкологический мониторинг (УК-8.1; ПКос-3.2)
13	Тема 2. Мероприятия по снижению содержания радионуклидов в с-х продукции.	1. Основные приемы, используемые для получения максимально чистой продукции растениеводства при производстве на радиоактивно загрязненных землях (УК-8.1; ПКос-3.2)

## 5. Образовательные технологии

Таблица 6  
**Применение активных и интерактивных образовательных технологий**

<b>№ п/п</b>	<b>Тема и форма занятия</b>	<b>Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий</b>	
1	ЛР №5. Нормы радиационной безопасности. Дозиметрия внешнего излучения. Расчет безопасных условий работы	ЛР	разбор конкретных ситуаций
2	Лекция № 8. Концепция проживания и ведения хозяйства на загрязненных территориях. Система контрмер, направленных на снижение последствий радиоактивного загрязнения.	Л	проблемная лекция
3	ЛР № 8. Расчет суммарной дозы облучения человека, проживающего на загрязненной территории. Разработка мероприятий, направленных на снижение содержания радионуклидов в сельскохозяйственной продукции и доз облучения человека.	ЛР	решение ситуационных задач

## **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 35.03.01 Лесное дело (дисциплина «Радиоэкология леса») курсовая работа не предусмотрена.

Степень усвоения студентом теоретического материала по дисциплине контролируется с помощью защиты лабораторных работ и практических работ и письменных 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 пятого разделов дисциплины. Ниже приведены примерные вопросы и задания контрольных работ:

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

1. Дайте схему  $\alpha$ -распада на примере  $^{239}\text{Pu}$ ,  $^{222}\text{Rn}$ ,  $^{210}\text{Po}$  и идентифицируйте образующиеся элементы.

2. Рассчитайте время, необходимое для снижения активности препарата примерно в 30 раз, если  $T_{1/2} = 5$  суток.

3. Содержание  $^{137}\text{Cs}$  в картофеле, полученном в Гомельской области, составляет 135 Бк/кг. Будет ли иметь картофель допустимый уровень загрязнения через 6 лет? (допустимый уровень содержания  $^{137}\text{Cs}$  - 120 Бк/кг) (Считать, что уменьшение содержания радионуклидов происходит только за счет радиоактивного распада.)

4. Рассчитайте эффективность счета  $^{137}\text{Cs}$ , если измеренная скорость счета фона составляет 2 имп/с, а скорость счета препарата  $^{137}\text{Cs}$  с активностью 50 Бк – 4,5 имп/с.

5. Во сколько раз слой почвы толщиной в 1 см поглощает излучение  $^{90}\text{Y}$ ? (Справочные данные: для  $^{90}\text{Y}$  –  $d_{1/2} = 150$  мг/см $^2$ ;  $R_{\max} = 1100$  мг/см $^2$ , плотность почвы  $\rho \approx 1,3$  г/см $^3$ )

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

1. Какую дозу внешнего облучения за год получит человек, проживающий на территории с плотностью поверхностного загрязнения  $^{137}\text{Cs}$  - 17 Ки/км $^2$  и  $^{90}\text{Sr}$  – 1,2 Ки/км $^2$ . 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 н- 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 дозы  $P_{\text{экс}}$  на рабочем месте?

### Примерные задания к контрольной работе №3.

1. Возможно ли получение чистой продукции при выращивании картофеля на территории с плотностью поверхностного загрязнения  $^{137}\text{Cs}$  – 14 Ки/км<sup>2</sup> и  $^{90}\text{Sr}$  – 2 Ки/км<sup>2</sup>; почвы – дерново-подзолистые среднесуглинистые? Все необходимые справочные данные взять из приложения к «Практикуму по сельскохозяйственной радиологии» С.П. Торшин и др., 2011.

2. Для радиохимического анализа взяли 500 г почвы и получили образцы, содержащие  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$ . Скорости счета этих образцов, за вычетом фона, составили: 14 и/с для  $^{137}\text{Cs}$  и 18 и/с для  $^{90}\text{Sr}$ , а эффективности счета – 1% для  $^{137}\text{Cs}$  и 12% для  $^{90}\text{Sr}$ . Рассчитайте плотности поверхностного загрязнения земель этими радионуклидами. К какой зоне относятся эти территории?

3. Рассчитайте, имеет ли растительный образец радиоактивное загрязнение, если скорость счета (за вычетом фона) образца массой 100 г составляет 3,5 и/с, эффективность регистрации – 8%, а содержание валового калия – 15 г/кг растительного образца. Из активности каких радионуклидов складывается суммарная бета-активность загрязненного образца?

4. Период полураспада  $^{131}\text{I}$  составляет 8 суток, биологический период полуыведения йода из организма равен 12 суткам. Рассчитайте эффективный период полуыведения этого радионуклида из организма.

5. Оценка суммарной  $\beta$ -активности почвы, содержащей 2% валового калия, дала результат – 2800 Бк/кг. Оценка уровня загрязнения полей для той же территории  $^{137}\text{Cs}$  методом  $\gamma$ -спектрометрии дало результат – 16 Ки/км<sup>2</sup>. Рассчитайте уровень загрязнения пахотных почв обследуемой территории  $^{90}\text{Sr}$  в Ки/км<sup>2</sup>.

### Примерный перечень вопросов к зачету по дисциплине

1. Явление изотопии. Приведите примеры.
2. Строение атомного ядра. Зарядовое и массовое числа.
3. Сравнительная характеристика  $\alpha$ -,  $\beta$ - и  $\gamma$ -излучений.
4. Радиоактивность, радиоактивный распад. Единицы измерения активности.
5. Понятие периода полураспада. Кривая распада.
6. Типы радиоактивного распада.
7. Закономерности поглощения ионизирующих излучений.
8. Проникающая способность ионизирующей радиации разных видов.
9. Сравнительная оценка опасности излучений различных видов при внешнем и внутреннем облучении.

10. Экранирование источников излучений при работе с ними. Материалы экранов для излучений различного вида и расчет толщины экрана.
11. Основные принципы защиты от внешнего облучения.
12. Методы обнаружения и измерения радиоактивности.
13. Принцип работы счетчика Гейгера-Мюллера.
14. Понятие эффективности регистрации излучения (эффективности счета).
15. Факторы, влияющие на эффективность счета при измерениях радиоактивности.
16. Абсолютные и относительные измерения радиоактивности. Использование эталонов.
17. Гамма-спектрометрия, ее использование для контроля радиоактивного загрязнения земель и с/х продукции.
18. Естественный радиационный фон местности, его составляющие.
19. Естественные радиоактивные элементы и их относительный вклад в фоновое облучение человека.
20. Основные источники радионуклидных загрязнений аgroэкосистем.
21. Главные дозообразующие радионуклиды, образующиеся при аварии на АЭС и при ядерном взрыве.
22. Характеристика  $^{137}\text{Cs}$  и особенности его радиоэкологии.
23. Характеристика  $^{90}\text{Sr}$  и особенности его радиоэкологии.
24. Опасность для человека от  $^{131}\text{I}$  при аварийных выбросах из ядерного реактора. Возможности и способы защиты.
25. Современные нормативы, регламентирующие содержание радионуклидов в почвах, продуктах питания, кормах
26. Виды выпадений радионуклидов из атмосферы и их отличительные особенности.
27. Основные механизмы закрепления  $^{90}\text{Sr}$  и  $^{137}\text{Cs}$  в почвенном поглощающем комплексе. Прочность закрепления.
28. Сравнительное накопление радионуклидов растениями при выращивании на различных почвах.
29. Основные принципы вовлечения радионуклидов в биологический круговорот
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 аgroэкосистемах.
33. Скорость выведения радионуклидов из организма человека и возможности воздействия на нее.
34. Понятия дозы и мощности дозы, единицы их измерения.
35. Поглощенная, эквивалентная, экспозиционная дозы. Единицы их измерения
36. Нормы радиационной безопасности
37. Применение радиации в сельскохозяйственной практике (полезные радиационные эффекты и способы их реализации).
38. Роль лесных экосистем в формировании дозовой нагрузки на человека, проживающего в радиоактивно загрязненной местности.

39. Действие радиации на человека.
40. Понятия физиологического (соматического) и генетического действия радиации на живые организмы.
41. Возможности и способы реабилитации почв, загрязненных радионуклидами.
42. Способы снижения радиоактивного загрязнения продукции растениеводства.
43. Способы снижения радиоактивного загрязнения продукции животноводства.
44. Основные приемы, используемые для получения максимально чистой продукции растениеводства при производстве на радиоактивно загрязненных землях.
45. Применение радиации в сельскохозяйственной практике (полезные радиационные эффекты и способы их реализации).

## **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 аттестации (зачет) 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 устного 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 пятого разделов дисциплины. Поощрительные баллы даются за отсутствие пропусков на лекциях и занятиях и за выполнение всех заданий точно в сроки.

Выполнение всех контрольных работ, а также выполнение и защита всех лабораторных и практических работ является допуском к зачету с оценкой. Итоговое испытание – зачет – проводится в устной форме по вопросам. Оценка выставляется с учетом рейтингового балла студента.

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

Посещение лекций – 2 балла x 8 ( $L$ ) = 16 баллов

Выполнение и защита лабораторных ( $LP$ )

– 5 баллов х 8 (ЛР) = 40 баллов  
 Контрольная работа – 15 баллов х 3 (КР) = 45 баллов  
 Поощрительные баллы – 4 балла

### **Всего – 105 баллов**

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

Таблица 7

Шкала оценивания (% от максимального балла)	Количество баллов	Зачет
60-100	63-105	Зачет
0-59	0-62	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. Радиоэкология леса : учебник для вузов / С. П. Торшин, Г. А. Смолина. — Санкт-Петербург : Лань, 2024. — 148 с. — ISBN 978-5-507-49284-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/414848> – Загл. с экрана.
3. Торшин, С. П. Практикум по сельскохозяйственной радиологии: учебное пособие / С. П. Торшин, Г. А. Смолина, А. С. Пельцер. – 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. – 371 с.
2. Бекман И.Н. Радиохимия: учебник и практикум для академического бакалавриата / И. Н. Бекман ; Моск. гос. ун-т им. М. В. Ломоносова. - Москва : Юрайт, 2015 - . Т. 1. Фундаментальная радиохимия. – 468 с.
3. 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.
4. 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.
5. Радиобиология: учебник / Н. П. Лысенко, В. В. Пак, Л. В. Рогожина, З. Г. Кусурова ; под ред.: Н. П. Лысенко, В. В. Пака. - 5-е изд., стереотип. - Санкт-Петербург : Лань, 2019. - 569 с.

6. Ратников А. Н. Реабилитационные мероприятия на сельскохозяйственных угодьях, подвергшихся радиоактивному загрязнению / Ратников А.Н. [и др.] // Известия ТСХА – 2019. – Вып. 2, с.18-31
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 агротехнические 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 агротехнических 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. Смолина Г.А. Сельскохозяйственная радиология: Методические указания / Г.А. Смолина – М.:Изд-во ФГБНУ «Росинформагротех», 2017, 52 с
3. Фокин, А.Д. Прогноз и пути снижения дозовых нагрузок на население при ведении сельского хозяйства в условиях радионуклидных загрязнений : учебное пособие по спец. "Агротехника" / 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.
2. <https://istina.msu.ru/publications/book/137474973> (открытый доступ) – Радиоэкологические последствия аварии на Чернобыльской АЭС: биологиче-

ские эффекты, миграция, реабилитация загрязненных территорий / Под ред. Н.И. Санжаровой и С.В. Фесенко М.: РАН. – 2018 – 278 с.

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 «Радиоэкология леса» 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**

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы (№ учебного корпуса, № аудитории)	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
6 уч. корпус, аудитория №136 (лекции, практические и лабора-	Стол – 15 шт. (инв. № 559780/1-14)
	Стулья – 45 шт.

<b>Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы (№ учебного корпуса, № аудитории)</b>	<b>Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы</b>
торные занятия, групповые и индивидуальные консультации, текущий контроль и промежуточная аттестация)	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 учебно-исследовательской и научно-исследовательской работы студентов во внеаудиторное время при методическом руководстве преподавателя)	Сцинтилляционны гамма-спектрометр автоматический Perkin-Elmer Wizard 2480 (инв.№ 410124000559775) Сцинтилляционный гамма-бета спектрометр Compris-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 «Радиоэкология леса» включает 32,25 часов аудиторной и 39,75 часов самостоятельной работы студента. Из аудиторной работы 16 часов отводится на лекции и 16 часов – на лабораторные работы.

Студентам следует обратить особое внимание на выполнение лаборатор-

ных 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 занятий), но и активных и интерактивных методов обучения (разбор конкретных ситуаций, решение ситуационных задач, 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 и практических занятий.

Пропущенные тесты и 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 «Радиоэкология леса» 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 108 часов в шестом семестре, при этом около половины 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 «Радиоэкология леса» 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. Половина аудиторных занятий студентов отводится на выполнение лабораторных работ (16 часов из 32,25 часов, отведенных на аудиторную работу). По этой причине большое внимание необходимо уделять их подготовке и выполнению. Особенно это касается первого, второго и третьего разделов дисциплины. Для повышения эффективности усвоения материалов рекомендуется каждому студенту выполнять работы не коллективно, а индивидуально.

Задания для выполнения курсовой работы желательно выдавать студентам по окончании второго раздела курса после изучения базовых понятий и величин.

При изучении материалов второго, третьего и пятого разделов дисциплины целесообразно использовать активные и интерактивные формы проведения занятий: проблемные лекции, разбор конкретных ситуаций, решение ситуационных задач, обсуждения и т.п.

### **Программу разработала:**

Смолина Г.А., к.б.н., доцент

---

**РЕЦЕНЗИЯ**  
**на рабочую программу дисциплины «Радиоэкология леса» ОПОП ВО по направлению  
35.03.01 Лесное дело, направленность «Цифровое лесное хозяйство»  
(квалификация выпускника – бакалавр)**

Тихоновой Mariей Васильевной, кандидатом биологических наук, доцентом кафедры экологии (далее по тексту рецензент), проведена рецензия рабочей программы дисциплины «Радиоэкология леса» ОПОП ВО по направлению 35.03.01 Лесное дело, направленность «Цифровое лесное хозяйство» (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 «Радиоэкология леса» (далее по тексту Программа) соответствует требованиям ФГОС ВО по направлению 35.03.01 Лесное дело. Программа содержит все основные разделы, соответствует требованиям к нормативно-методическим документам.
2. Представленная в Программе **актуальность** учебной дисциплины в рамках реализации ОПОП ВО не подлежит сомнению – дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, учебного цикла – Б1.
3. Представленные в Программе **цели** дисциплины соответствуют требованиям ФГОС ВО направления 35.03.01 Лесное дело.
4. В соответствии с Программой за дисциплиной «Радиоэкология леса» закреплено 2 **компетенции**. Дисциплина «Радиоэкология леса» 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 «Радиоэкология леса» составляет 2 зачётных единицы (72 часа).
6. Информация о взаимосвязи изучаемых дисциплин и вопросам исключения дублирования в содержании дисциплин соответствует действительности. Дисциплина «Радиоэкология леса» взаимосвязана с другими дисциплинами ОПОП ВО и Учебного плана по направлению 35.03.01 Лесное дело 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 «Радиоэкология леса» 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 35.03.01 Лесное дело.
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, что соответствует статусу дисциплины, как дисциплины части, формируемой участниками образовательных отношений, учебного цикла – Б1 ФГОС ВО направления 35.03.01 Лесное дело.
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 учебники и практикум), дополнительной литературой – 9 наименований, нормативно-правовыми актами – 6 источников и методическими указаниями со ссылкой на электронные ресурсы, Интернет-ресурсы – 4 источника и соответствует требованиям ФГОС ВО направления 35.03.01 Лесное дело.

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины соответствует специфике дисциплины «Радиоэкология леса» 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 «Радиоэкология леса».

## ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

На основании проведенной рецензии можно сделать заключение, что характер, структура и содержание рабочей программы дисциплины «Радиоэкология леса» ОПОП ВО по направлению 35.03.01 Лесное дело, направленность «Цифровое лесное хозяйство» (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: Тихонова М.В., доцент кафедры экологии РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева,  
кандидат биологических наук, доцент

(подпись)

« 25 » августа 2025 г.