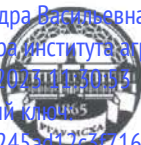


Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Шитикова Александра Владимировна  
Должность: И.о. директора Института агробиотехнологии  
Дата подписания: 17.07.2021 10:00:00  
Уникальный программный ключ:  
fcd01ecb1fdf76898cc51f245ad12e5716ce658



МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ –  
МСХА имени К.А. ТИМИРЯЗЕВА»  
(ФГБОУ ВО РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева)

Институт агробиотехнологии  
Кафедра агрономической, биологической химии и радиологии



УТВЕРЖДАЮ:  
И.о. директора Института  
агробиотехнологии

Белопухов С.Л.

2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Б1.О.34 Сельскохозяйственная радиология**  
для подготовки бакалавров

ФГОС ВО

Направление: 35.03.03 Агрохимия и агропочвоведение  
Направленности: Генетическая и агроэкологическая оценка почв, Органическое сельское хозяйство, Питание растений и качество урожая, Сельскохозяйственная микробиология

Курс 3  
Семестр 5


Форма обучения очная  
Год начала подготовки 2021

Москва, 2021

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

 «20» августа 2021 г.

Рецензент: Наумов В.Д., д.б.н., профессор, заведующий кафедрой почвоведения, геологии и ландшафтоведения

  
«25» августа 2021 г.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО, профессионального стандарта и учебного плана по направлению подготовки 35.03.03 Агрохимия и агропочвоведение.


Программа обсуждена на заседании кафедры агрономической, биологической химии и радиологии, протокол № 8 от «26» августа 2021 г.

И.о. заведующего кафедрой Лапушкин В.М., к.б.н., доцент


  
«26» августа 2021 г.

**Согласовано:**


Председатель учебно-методической комиссии Института агробиотехнологии к.б.н., доцент Попченко М.И.

*протокол № 1*  
  
«13» сентября 2021 г.


Заведующий выпускающей кафедрой почвоведения, геологии и ландшафтоведения, д.б.н., профессор Наумов В.Д.

  
«6» сентября 2021 г.

И.о. заведующего кафедрой агрономической, биологической химии и радиологии, к.б.н., доцент Лапушкин В.М.

  
«6» сентября 2021 г.

И.о. заведующего кафедрой микробиологии и иммунологии, к.б.н., доцент Селицкая О.В.

  
«6» сентября 2021 г.

Зав. отделом комплектования ЦНБ

 Ерисикова Е.С.  
(подпись)

## Содержание

<b>АННОТАЦИЯ</b> .....	4
<b>1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ</b> .....	4
<b>2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ</b> .....	5
<b>3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ</b> .....	6
<b>4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ</b> .....	6
4.1 РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЁМКОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ РАБОТ .....	6
4.2 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	10
4.3 ЛЕКЦИИ/ЛАБОРАТОРНЫЕ/ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ.....	13
<b>5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ</b> .....	19
<b>6. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ</b> .....	19
6.1 ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ИЛИ ИНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ И НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ .....	19
6.2. ОПИСАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И КРИТЕРИЕВ КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ОПИСАНИЕ ШКАЛ ОЦЕНИВАНИЯ .....	27
<b>7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ</b> .....	28
7.1 ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА .....	28
7.2 ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА.....	28
7.3 НОРМАТИВНЫЕ ПРАВОВЫЕ АКТЫ .....	29
7.4 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ, РЕКОМЕНДАЦИИ И ДРУГИЕ МАТЕРИАЛЫ К ЗАНЯТИЯМ.....	29
<b>8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ</b> .....	29
<b>9. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ</b> .....	30
<b>10. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ</b> .....	30
<b>11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ СТУДЕНТАМ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ</b> .....	31
Виды и формы отработки пропущенных занятий .....	32
<b>12. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯМ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ</b> .....	32

## Аннотация

**рабочей программы учебной дисциплины Б1.О.34 «Сельскохозяйственная радиология» для подготовки бакалавра по направлению 35.03.03 Агрехимия и агропочвоведение, направленности Генетическая и агроэкологическая оценка почв, Органическое сельское хозяйство, Питание растений и качество урожая, Сельскохозяйственная микробиология**

**Цель освоения дисциплины:** получение теоретических и практических знаний по физическим, химическим, биологическим основам и методам сельскохозяйственной радиологии; приобретение умений и навыков проведения радиоэкологического и дозиметрического контроля, а также навыков разработки контрмер, обеспечивающих безопасное проживание населения на загрязненных радионуклидами территориях, и производства сельскохозяйственной продукции, отвечающей санитарно-гигиеническим нормам. Бакалавры знакомятся с методикой проведения научных исследований с использованием изотопно-индикаторного метода и применения ионизирующих излучений для решения задач сельскохозяйственной науки и практики.

**Место дисциплины в учебном плане:** дисциплина включена в обязательную часть блока 1 Дисциплины (модули) учебного плана по направлению подготовки 35.03.03 Агрехимия и агропочвоведение.

**Требования к результатам освоения дисциплины:** в результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции: УК-2.4; УК-8.3; ОПК-1.2; ОПК-2.3.

**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. Безопасность продуктов, полученных при помощи радиационных технологий. Основы дозиметрии, дозиметрические приборы. Принципы и нормы радиационной безопасности. НРБ-99/09. Дозиметрия. Источники радионуклидных загрязнений. Авария на Чернобыльской АЭС. Состояние и поведение радионуклидов в природных и сельскохозяйственных экосистемах. Концепция проживания и ведения хозяйства на территориях, загрязненных радионуклидами. Мероприятия по снижению содержания радионуклидов в сельскохозяйственной продукции. Использование ионизирующих излучений в сфере агропромышленного комплекса. Изотопные методы в научных исследованиях.

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

**Промежуточный контроль:** защита курсового проекта, экзамен.

### 1. Цель освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Сельскохозяйственная радиология» является освоение студентами теоретических и практических знаний по физиче-

ским, химическим, биологическим основам и методам сельскохозяйственной радиологии. Студенты приобретают умения и навыки проведения радиоэкологического и дозиметрического контроля, который предусматривает оценку дозиметрической обстановки на территории и определение содержания отдельных радионуклидов в компонентах природных и сельскохозяйственных экосистем, а также в кормах и пищевых продуктах растительного и животного происхождения.

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 сельскохозяйственной продукции, отвечающей санитарно-гигиеническим нормам.

Кроме того, целью дисциплины «Сельскохозяйственная радиология» является ознакомление студентов с основными направлениями использования радиоактивных изотопов и излучений в научных исследованиях, а также в производстве, хранении и переработке продукции агропромышленного комплекса.

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

Дисциплина «Сельскохозяйственная радиология» включена в обязательную часть блока 1 Дисциплины (модули) учебного плана. Дисциплина «Сельскохозяйственная радиология» реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОПОП ВО и Учебного плана по направлению 35.03.03 Агрохимия и агропочвоведение направленности Генетическая и агроэкологическая оценка почв, Органическое сельское хозяйство, Питание растений и качество урожая, Сельскохозяйственная микробиология.

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Сельскохозяйственная радиология», являются «Физика», «Химия», «Математика и математическая статистика», «Общее почвоведение», «Сельскохозяйственная экология», «Агрохимия», «Механизация растениеводства», «Земледелие».

Дисциплина «Сельскохозяйственная радиология» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: «Экологическое нормирование», «Нормативная база обращения с отходами» и «Безопасность жизнедеятельности».

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 «Сельскохозяйственная радиология» 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.

### 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 5-м семестре представлено в таблице 2.

Таблица 2

#### Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Вид учебной работы	Трудоёмкость, час.
<b>Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>144</b>
<b>1. Контактная работа:</b>	<b>71,4</b>
<b>Аудиторная работа</b>	<b>71,4</b>
<i>в том числе:</i>	
<i>лекции (Л)</i>	16
<i>практические занятия (ПЗ)</i>	24
<i>лабораторные работы (ЛР)</i>	26
<i>курсовой проект (КП) (консультация, защита)</i>	3
<i>консультации перед экзаменом</i>	2
<i>контактная работа на промежуточном контроле (КРА)</i>	0,4
<b>2. Самостоятельная работа (СРС)</b>	<b>72,6</b>
<i>курсовой проект (КП) (подготовка)</i>	36
<i>самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, контрольным работам и тестированию)</i>	12
<i>Подготовка к экзамену (контроль)</i>	24,6
Вид промежуточного контроля:	Экзамен, защита КП

## Требования к результатам освоения учебной дисциплины

№ п/п	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	Индикаторы компетенций	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
				знать	уметь	владеть
1	УК-2	Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений	УК-2.4 Публично представляет результаты решения конкретной задачи проекта	– требования к содержанию и оформлению курсового проекта по дисциплине «Сельскохозяйственная радиология»;	– представлять публично результаты выполнения курсового проекта по дисциплине «Сельскохозяйственная радиология»; – грамотно отвечать на вопросы по результатам выполнения курсового проекта;	– владеть терминами и понятиями сельскохозяйственной радиологии; – навыками работы с современными источниками информации: научная периодика, Интернет, Банки данных и др.
2	УК-8	Способен создавать и поддерживать безопасные условия жизнедеятельности, в том числе при возникновении чрезвычайных ситуаций	УК-8.3 Осуществляет действия по предотвращению возникновения чрезвычайных ситуаций (природного и техногенного происхождения) на рабочем месте, в т.ч. с помощью средств защиты	– главные источники и причины радиоактивных загрязнений природных и сельскохозяйственных объектов; – основные методы регистрации излучений, приборы и особенности измерения радиации; – способы снижения загрязнения продукции	– находить и обобщать информацию о радионуклидных загрязнениях территорий; – измерять дозу и мощность дозы внешнего облучения; – оценивать реальную опасность действия радиации; – определять ограниче-	– навыками работы с радиометрическими, спектрометрическими и дозиметрическими приборами; – навыками применения контрмер, направленных на снижение последствий радиоактив-

				<p>растениеводства и животноводства радионуклидами,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– способы снижения дозы облучения человека;</li> <li>– основные методы защиты производственного персонала и населения от действия ионизирующей радиации;</li> </ul>	<p>ния по работе в условиях радиоактивного загрязнения;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– подбирать индивидуальные средства защиты для персонала, ведущего работы в условиях радиоактивного загрязнения;</li> </ul>	<p>ного загрязнения;</p>
3	ОПК-1	<p>Способен решать типовые задачи профессиональной деятельности на основе знаний основных законов математических и естественных наук с применением информационно-коммуникационных технологий;</p>	<p>ОПК-1.2 Использует знания основных законов математических и естественных наук для решения типовых задач агрохимии, агропочвоведения и агроэкологии</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– физические основы радиологии, основные законы и понятия;</li> <li>– основы биологического действия ионизирующего излучения;</li> <li>– основные закономерности поведения радионуклидов в окружающей среде;</li> <li>– систему контрмер, направленных на снижение последствий радиоактивного загрязнения;</li> <li>– существующие способы рационального использования земель, загрязненных радио-</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– определять уровни радионуклидного загрязнения природных и сельскохозяйственных объектов;</li> <li>– идентифицировать радионуклидный состав загрязнений;</li> <li>– измерять дозу и мощность дозы внешнего облучения;</li> <li>– рассчитывать дозу облучения человека, проживающего на загрязненной территории;</li> <li>– выбирать приемы, позволяющие получать продукцию, удовлетворяющую санитарно-</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– владеть терминами и понятиями сельскохозяйственной радиологии;</li> <li>– навыками прогноза развития радиоэкологической ситуации;</li> <li>– навыками разработки контрмер, обеспечивающих безопасное проживание населения на загрязненных радионуклидами территориях и производство продукции, отве-</li> </ul>



				нуклидами и приемы их реабилитации;	гигиеническим нормам;	чающей санитарно-гигиеническим нормам;
4	ОПК-2	Способен использовать нормативные правовые акты и оформлять специальную документацию в профессиональной деятельности;	ОПК-2.3 Использует нормативные правовые документы, нормы и регламенты проведения работ в области агрохимии, агропочвоведения и агроэкологии	<ul style="list-style-type: none"> <li>– основные Федеральные законы в области радиационной безопасности;</li> <li>– современные нормы радиационной безопасности;</li> <li>– основные гигиенические требования радиационной безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов, СанПиН-01.</li> <li>– допустимые уровни содержания радионуклидов в почвах, кормах, удобрениях, лесоматериалах и продуктах питания.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– измерить, провести идентификацию и оценить уровни содержания радионуклидов в сельскохозяйственных объектах, кормах и готовой продукции;</li> <li>– применять нормативные документы для оценки содержания радионуклидов в объектах окружающей среды;</li> <li>– анализировать радиационную обстановку на территории, опираясь на нормативные документы по радиационной безопасности.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– навыками работы с нормативными документами в области радиационной безопасности и гигиены;</li> <li>– навыками планирования мероприятий по профилактике и ликвидации последствий радионуклидных загрязнений;</li> <li>– навыками применения контрмер, направленных на снижение последствий радиоактивного загрязнения.</li> </ul>

## 4.2 Содержание дисциплины

Таблица 3

### Тематический план учебной дисциплины

Наименование разделов и тем дисциплин (укрупнённо)	Всего	Аудиторная работа				Внеаудиторная работа СР
		Л	ЛР	ПЗ	ПКР	
Раздел 1. Введение в радиологию. Физические основы радиологии.	28	2	12	4	–	10
Раздел 2. Основы радиобиологии и дозиметрии	24	2	6	4	–	12
Раздел 3. Естественная и искусственная радиоактивность в окружающей среде	26	4	8	4	–	10
Раздел 4. Экология радионуклидных загрязнений	19	2	–	4	–	13
Раздел 5. Ведение сельскохозяйственного производства в условиях радионуклидного загрязнения	21	2	–	4	–	15
Раздел 6. Использование изотопов и радиации в научных исследованиях и в сфере АПК	20,6	4	–	4	–	12,6
Курсовой проект (КП) (консультация, защита)	3	–	–	–	3	–
Консультации перед экзаменом	2	–	–	–	2	–
Контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	0,4	–	–	–	0,4	–
<b>Итого по дисциплине</b>	<b>144</b>	<b>16</b>	<b>26</b>	<b>24</b>	<b>5,4</b>	<b>72,6</b>

#### Раздел 1. Введение в радиологию. Физические основы радиологии.

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

##### 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. Спектральные характеристики излучений. 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. Стохастические и нестохастические эффекты действия радиации. Радиационные мутации. Радиочувствительность и радиорезистентность клеток, тканей, органов и организмов. Количественные закономерности соотношения «доза – эффект».

##### **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. Расчётные 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 агрофере: испытания ядерного оружия и ядерные взрывы в «мирных» целях, аварии на предприятиях ядерного топливного цикла, радиоактивные отходы. Радиологическая ситуация на территории России и за рубежом. Аварии на Южном Урале, 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. Экология радионуклидных загрязнений**

**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 основных типах наземных экосистем

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

**Раздел 5.** Ведение 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 сельскохозяйственной продукции.

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.

**Раздел 6.** Использование изотопов и радиации в научных исследованиях и в сфере АПК

**Тема 1.** Основы метода изотопных индикаторов

Общие принципы, возможности и ограничения метода изотопных индикаторов (метода «меченых атомов»), преимущества и недостатки. История становления метода, разработки важнейших приемов и способов. Понятия метки и носителя, способы введения метки в изучаемую систему.

**Тема 2.** Основные направления использования метода в биологических исследованиях.

Возможности и преимущества применения метода меченых атомов в решении важнейших проблем агрохимии и агропочвоведения. Исследование почвенного питания растений, состояния и поведения элементов минерального питания в почвах. Изучение транспортных потоков, локализации и трансформации веществ в почвах и наземных экосистемах. Метод радиоуглеродного датирования.

**Тема 3.** Основы сельскохозяйственной радиобиологии

Радиационные технологии в сельскохозяйственной практике: методы радиационного стимулирования и ингибирования, радиационные методы в защите растений, в генетике и селекции, в определении качества семян. Безопасность продуктов, полученных при помощи радиационных технологий.

### 4.3 Лекции/лабораторные/практические занятия

Таблица 4

#### Содержание лекций, лабораторного практикума, практических занятий и контрольных мероприятий

№ п/п	№ раздела	№ и название лекций/ лабораторных/ практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
1.	<b>Раздел 1. Введение в радиологию. Физические основы радиологии.</b>				<b>18</b>
	Тема 1. Явление радиоактивности. Типы распада и природа излучений	Лекция № 1. Введение в радиологию. Физические основы радиологии.	УК-8.3; ОПК-1.2	–	2
	Тема 2. Методы регистрации излучений и обнаружения радионуклидов	Лабораторная работа № 1. Методы обнаружения и регистрации радиоактивности. Измерение скорости счета на радиометре Эксперт-М.	УК-8.3; ОПК-1.2	Защита	2
		Лабораторная работа № 2. Определение эффективности счета радиометрической установки для различных препаратов. Факторы, влияющие на эффективность.	УК-8.3; ОПК-1.2	Защита	2
	Тема 3. Закономерности радиоактивного распада	Лабораторная работа № 3. Определение периода полураспада неизвестного радионуклида и его идентификация	ОПК-1.2	Защита	2
		Практическое занятие № 1. Примеры использования закона радиоактивного распада.	УК-8.3; ОПК-1.2	Решение задач	2

№ п/п	№ раздела	№ и название лекций/ лабораторных/ практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
		Лабораторная работа № 4. Определение статистических ошибок при радиометрических измерениях.	ОПК-1.2	Защита	2
	Тема 4. Взаимодействие излучений с веществом	Лабораторная работа № 5. Изучение проникающей способности разных видов излучения	УК-8.3; ОПК-1.2	Защита	2
		Лабораторная работа № 6. Оценка экранирующей способности почвы по отношению к $\gamma$ -излучению $^{137}\text{Cs}$ .	УК-8.3; ОПК-1.2	Защита	2
		Практическое занятие № 2. Рубежный контроль по темам раздела 1	УК-8.3; ОПК-1.2	контрольная работа, тестирование	2
2.	<b>Раздел 2. Основы радиобиологии и дозиметрии</b>				<b>12</b>
	Тема 1. Биологическое действие радиации	Лекция № 2. Биологическое действие радиации. Основы дозиметрии	ОПК-1.2; ОПК-2.3	–	2
		Практическое занятие № 3. Биологическое действие радиации. Просмотр и обсуждение материалов фильма «Страх перед радиацией» (BBC)	УК-8.3; ОПК-1.2; ОПК-2.3	Защита	2
	Тема 2. Основы дозиметрии	Лабораторная работа № 7. Приборы дозиметрического контроля измерения дозы и мощности дозы внешнего облучения.	УК-8.3	Защита	2
		Лабораторная работа № 8. Нормы радиационной безопасности. Дозиметрия внешнего излучения. Расчет безопасных условий работы	УК-8.3; ОПК-2.3	Защита	2
		Лабораторная работа № 9. Дозиметрия внутреннего облучения человека. Расчет суммарной дозы облучения человека, проживающего на загрязненной территории.	УК-8.3; ОПК-1.2; ОПК-2.3	Защита	2
		Практическое занятие № 4. Рубежный контроль по темам раздела 2	УК-8.3; ОПК-1.2; ОПК-2.3	Контрольная работа, тестирование	2
3.	<b>Раздел 3. Естественная и искусственная радиоактивность в окружающей среде</b>				<b>14</b>
	Тема 1. Природные источники радиации	Лекция № 3. Естественная радиоактивность в окружающей среде	УК-8.3; ОПК-1.2	–	2

№ п/п	№ раздела	№ и название лекций/ лабораторных/ практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
		Практическое занятие № 5 . Природные источники радиации. Просмотр и обсуждение видеоматериалов «В мире с радиацией» из серии «Энциклопедия атома»	УК-2.4; УК-8.3; ОПК-1.2; ОПК-2.3	Защита	2
	Тема 2. Источники радионуклидных загрязнений	Лекция № 4. Источники радионуклидных загрязнений	УК-8.3; ОПК-1.2	–	2
		Практическое занятие № 6. Источники радионуклидных загрязнений (с использованием видеоматериалов о Кыштымской аварии и аварии на Чернобыльской АЭС)	УК-2.4; УК-8.3; ОПК-1.2; ОПК-2.3	Защита	2
	Тема 3. Методы обнаружения и идентификации радионуклидных загрязнений	Лабораторная работа № 10. Относительные и абсолютные измерения. Определение активности образцов методом сравнения с эталоном.	УК-8.3; ОПК-1.2	Защита	2
		Лабораторная работа № 11. Обнаружение радиоактивных загрязнений сельскохозяйственных объектов Защита по суммарной удельной β-активности	УК-8.3; ОПК-1.2; ОПК-2.3	Защита	2
		Лабораторная работа № 12. Радиохимический метод идентификации изотопного состава радиоактивного загрязнения	УК-8.3; ОПК-1.2; ОПК-2.3	Защита	2
		Лабораторная работа № 13. Спектрометрический метод идентификации изотопного состава радиоактивного загрязнения.	УК-8.3; ОПК-1.2; ОПК-2.3	Защита	2
4.	<b>Раздел 4. Экология радионуклидных загрязнений</b>				<b>6</b>
	Темы 1, 2. Первичные и вторичные взаимодействия радионуклидов с различными компонентами экосистем	Лекция № 5. Поведение радионуклидов в природных и сельскохозяйственных экосистемах	ОПК-1.2	–	2
		Практическое занятие № 7. Прогноз поведения радионуклидов в окружающей среде и загрязнения сельскохозяйственной продукции на основе данных загрязнения конкретных территорий	УК-8.3; ОПК-1.2; ОПК-2.3	Защита	2

№ п/п	№ раздела	№ и название лекций/ лабораторных/ практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
		Практическое занятие № 8. Решение задач по теме раздела №4. «Поведение радионуклидов в сельскохозяйственных экосистемах».	УК-8.3; ОПК-1.2; ОПК-2.3	Решение задач	2
5.	<b>Раздел 5. Ведение сельскохозяйственного производства в условиях радионуклидного загрязнения</b>				<b>6</b>
	Тема 1. Концепция проживания и ведения хозяйства на загрязненных территориях	Лекция № 6. Концепция проживания и ведения хозяйства на загрязненных территориях	УК-8.3; ОПК-2.3	–	2
	Тема 2. Мероприятия по снижению содержания радионуклидов в с.-х. продукции.	Практическое занятие № 9. Анализ радиоэкологической ситуации в конкретном хозяйстве. Разработка мероприятий, направленных на снижение содержания радионуклидов в сельскохозяйственной продукции и доз облучения человека.	УК-2.4; УК-8.3; ОПК-2.3	Защита	2
		Практическое занятие № 10. Рубежный контроль по темам разделов 3,4 и 5	УК-8.3; ОПК-1.2; ОПК-2.3	Контрольная работа, тестирование	2
6.	<b>Раздел 6. Использование изотопов и радиации в научных исследованиях и в сфере АПК</b>				<b>8</b>
	Тема 1. Основы метода изотопных индикаторов	Лекция № 7. Метод меченых атомов и его использование в агрохимии и агропочвоведении	ОПК-1.2	–	2
	Тема 2. Основные направления использования метода в биологических исследованиях.	Практическое занятие № 11. Планирование эксперимента по использованию метода меченых атомов в решении конкретных проблем агрохимии и агропочвоведения.	УК-2.4; ОПК-1.2	опрос	2
	Тема 3. Основы сельскохозяйственной радиобиологии	Лекция № 6. Основы сельскохозяйственной радиобиологии	ОПК-1.2; ОПК-2.3	–	2
		Практическое занятие № 12. Радиационные технологии в сфере АПК	ОПК-1.2; ОПК-2.3	опрос	2



## Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины

№ п/п	№ раздела и темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
<b>Раздел 1. Введение в радиологию. Физические основы радиологии</b>		
1.	Тема 1. Явление радиоактивности. Типы распада и природа излучений	1. Сравнительная характеристика $\alpha$ -, $\beta$ - и $\gamma$ -излучений (УК-8.3; ОПК-1.2) 2. Схемы распада основных дозообразующих радионуклидов и охарактеризовать их излучение (ОПК-1.2)
2.	Тема 2. Методы регистрации излучений и обнаружения радионуклидов	1. Принцип работы счетчика Гейгера-Мюллера (УК-8.3; ОПК-1.2) 2. Принцип работы сцинтилляционного счетчика (УК-8.3; ОПК-1.2) 3. Использование эталонов при измерении радиоактивности (УК-8.3; ОПК-1.2)
3	Тема 3. Закономерности радиоактивного распада	1. Идентификация радионуклидов по кривой радиоактивного распада (ОПК-1.2) 2. Статистика в радиометрии. Расчет условий получения заданной точности измерений. (ОПК-1.2)
4	Тема 4. Взаимодействие излучений с веществом	1. Сравнительная оценка опасности излучений различных видов при внешнем и внутреннем облучении. (УК-8.3; ОПК-1.2) 2. Экранирование источников излучений при работе с ними. Материалы экранов для излучений различного вида и расчет толщины экрана. (УК-8.3; ОПК-1.2) 3. Сравнительная характеристика закономерностей поглощения разных видов излучения в веществе (ОПК-1.2)
<b>Раздел 2. Основы радиобиологии и дозиметрии</b>		
5	Тема 1. Биологическое действие радиации	1. Главные концепции современной радиобиологии (УК-8.3; ОПК-1.2) 2. Механизмы первичного и вторичного действия ионизирующей радиации на живую материю. (УК-8.3; ОПК-1.2) 3. Соотношение "доза - эффект" (дозовая кривая) при действии ионизирующей радиации на организмы. (УК-8.3; ОПК-1.2) 4. Радиочувствительность биообъектов (клеток, органов, тканей, целых организмов). (УК-8.3; ОПК-1.2)
6	Тема 2. Основы дозиметрии	1. Понятия дозы и мощности дозы, единицы их измерения. Относительная биологическая эффективность и взвешивающие коэффициенты действия излучений. (УК-8.3; ОПК-1.2; ОПК-2.3) 2. Основные принципы защиты от внешнего облучения. (УК-8.3; ОПК-1.2; ОПК-2.3)
<b>Раздел 3. Естественная и искусственная радиоактивность в окружающей среде</b>		
7	Тема 1. Природные источники радиации	1. Относительный вклад природных источников радиации в фоновое облучение человека. (УК-8.3; ОПК-1.2; ОПК-2.3) 2. Районы с повышенной природной радиоактивностью (УК-8.3; ОПК-1.2)
8	Тема 2. Источники радионуклидных загрязнений	1. Главные дозообразующие радионуклиды, образующиеся при аварии на АЭС и при ядерном взрыве. (УК-8.3; ОПК-2.3) 2. Выпадения радионуклидов из атмосферы, их виды и характер. (УК-8.3; ОПК-1.2) 3. Радиационные аварии в других странах (УК-8.3)

№ п/п	№ раздела и темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
9	Тема 3. Методы обнаружения и идентификации радионуклидных загрязнений	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Методы экспресс-обнаружения радионуклидных загрязнений. (УК-8.3; ОПК-2.3)</li> <li>2. Гамма-спектрометрия, ее использование для контроля радиоактивного загрязнения земель и с/х продукции. (УК-8.3; ОПК-1.2)</li> <li>3. Современные нормативы, регламентирующие содержание радионуклидов в почвах, продуктах питания, кормах (УК-8.3; ОПК-2.3)</li> </ol>
<b>Раздел 4. Экология радионуклидных загрязнений.</b>		
10	Тема 1. Общие представления. Первичные взаимодействия радионуклидов с различными компонентами экосистем	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Характеристика <math>^{137}\text{Cs}</math> и <math>^{90}\text{Sr}</math> и особенности их радиоэкологии. (УК-8.3; ОПК-1.2; ОПК-2.3)</li> <li>2. Опасность для человека от <math>^{131}\text{I}</math> при аварийных выбросах из ядерного реактора. Возможности и способы защиты. (УК-8.3; ОПК-1.2; ОПК-2.3)</li> <li>3. Роль естественных экосистем в формировании дозовой нагрузки на человека, проживающего в радиоактивно загрязненной местности. (ОПК-1.2)</li> </ol>
11	Тема 2. Вторичное перераспределение радионуклидов и особенности их поведения в основных типах наземных экосистем	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Основные принципы вовлечения радионуклидов в биологический круговорот. (ОПК-1.2)</li> <li>2. Миграционная способность радионуклидов в почве. Механизмы миграции и их относительное значение. (ОПК-1.2)</li> <li>3. Сравнительное накопление радионуклидов различными растениями при выращивании на различных почвах. (ОПК-1.2)</li> </ol>
<b>Раздел 5. Ведение сельскохозяйственного производства в условиях радионуклидного загрязнения</b>		
12	Тема 1. Концепция проживания и ведения хозяйства на загрязненных территориях	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Оценка целесообразности ведения хозяйственной деятельности на загрязненных территориях. (УК-8.3; ОПК-2.3)</li> <li>2. Содержание понятия радиоэкологический мониторинг (УК-8.3; ОПК-2.3)</li> </ol>
13	Тема 2. Мероприятия по снижению содержания радионуклидов в сельскохозяйственной продукции.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Способы снижения радиоактивного загрязнения продукции растениеводства. (УК-8.3; ОПК-2.3)</li> <li>2. Способы снижения радиоактивного загрязнения продукции животноводства. (УК-8.3; ОПК-2.3)</li> <li>3. Возможности и способы реабилитации почв, загрязненных радионуклидами. (УК-8.3; ОПК-2.3)</li> </ol>
<b>Раздел 6. Использование изотопов и радиации в научных исследованиях и в сфере АПК</b>		
14	Тема 1. Основы метода	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Метод изотопных индикаторов: его принцип, главные достоинства (преимущества) и ограничения. (ОПК-1.2)</li> </ol>
15	Тема 2. Основные направления использования метода в биологических исследованиях	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Возможности и основные направления использования метода изотопных индикаторов в биологических исследованиях. (ОПК-1.2)</li> <li>2. Важнейшие области применения метода изотопных индикаторов в агроэкологических исследованиях (ОПК-1.2)</li> <li>3. Метод радиоавтографии и возможности его применения в почвенно-агрохимических и агроэкологических исследованиях. (ОПК-1.2)</li> <li>4. Способы изучения миграции вещества с помощью радиоактивных индикаторов. (ОПК-1.2)</li> </ol>

№ п/п	№ раздела и темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
16	Тема 3. Основы сельскохозяйственной радиобиологии	1. Методы радиационного стимулирования и ингибирования (ОПК-1.2) 3. Методы радиационной селекции (ОПК-1.2) 5. Безопасность продуктов, полученных при помощи радиационных технологий. (УК-8.3; ОПК-1.2; ОПК-2.3)

## 5. Образовательные технологии

Таблица 6

### Применение активных и интерактивных образовательных технологий

№ п/п	Тема и форма занятия		Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий
1	ПЗ № 3. Биологическое действие радиации. Просмотр и обсуждение видеоматериалов «Страх перед радиацией» (BBC)	ПЗ	разбор конкретных ситуаций
2	ЛР № 8. Нормы радиационной безопасности. Дозиметрия внешнего излучения. Расчет безопасных условий работы	ЛР	разбор конкретных ситуаций
3	ПЗ № 6. Источники радионуклидных загрязнений (с использованием видеоматериалов о Кыштымской аварии и аварии на Чернобыльской АЭС)	ПЗ	разбор конкретных ситуаций
4	ПЗ № 7. Прогноз поведения радионуклидов в окружающей среде и загрязнения сельскохозяйственной продукции на основе данных загрязнения конкретных территорий	ПЗ	разбор конкретных ситуаций
5	ПЗ № 9. Анализ радиозоологической ситуации в конкретном хозяйстве. Разработка мероприятий, направленных на снижение содержания радионуклидов в сельскохозяйственной продукции и доз облучения человека	ПЗ	разбор конкретных ситуаций
6	ПЗ № 11. Планирование эксперимента по использованию метода меченых атомов в решении конкретных проблем агрохимии и агропочвоведения.	ПЗ	Планирование эксперимента

## 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 35.03.03 Агрохимия и агропочвоведение (дисциплина «Сельскохозяйственная радиология») предусмотрен курсовой проект.

Курсовой проект бакалавр выполняет в 5 семестре, получив индивидуальное задание от преподавателя. Темы курсового проекта у разных студентов мо-

гут быть примерно одинаковыми, отличия заключаются в исходных данных для прогнозных расчетов. Ниже приведены примерные темы курсовых проектов:

- Ведение сельскохозяйственного производства в условиях радионуклидного загрязнения территории Стародубского района Брянской области.
- Ведение сельскохозяйственного производства в условиях радионуклидного загрязнения территории Плавского района Тульской области.
- Ведение сельскохозяйственного производства в условиях радионуклидного загрязнения территории Жиздринский район Калужской области.
- Ведение сельскохозяйственного производства в условиях радионуклидного загрязнения территории Болховского района Орловской области
- Прогноз радиоактивного загрязнения сельскохозяйственной продукции, оценка дозовых нагрузок на человека в условиях Новозыбковского района Брянской области и разработка рекомендаций по защитным мерам для населения.
- Прогноз радиоактивного загрязнения сельскохозяйственной продукции, оценка дозовых нагрузок на человека в условиях Дмитровского района Орловской области и разработка рекомендаций по защитным мерам для населения.

Расчёты выполняются по реальному хозяйству на территории, подвергшейся радиоактивному загрязнению, или по предполагаемому (типичному для данного региона) хозяйству – на случай возникновения такого загрязнения по тем или иным причинам. Средние значения уровней загрязнения земель и тип преобладающих почв определяются заданием.

Выполнение расчётной части работы преследует цели:

- Оценить возможную степень загрязнения сельскохозяйственной продукции в сопоставлении с действующими нормативами и, следовательно, определить целесообразность производства той или иной продукции в данном хозяйстве;
- Выявить наиболее уязвимые с радиологической точки зрения производственные звенья и определить необходимость (а также ожидаемую эффективность) проведения защитных мероприятий в растениеводстве и животноводстве с целью снижения уровней загрязнения производимой продукции;
- Определить суммарную дозовую нагрузку на население и структуру доз по составляющим, а также оценить возможности и предложить пути снижения общей дозовой нагрузки на человека до максимально достижимого уровня.

Тема курсового проекта может быть предложена и самим студентом в зависимости от его интересов и по согласованию с преподавателем.

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

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).
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<sup>2</sup>;  $R_{\text{max}} = 1100$  мг/см<sup>2</sup>, плотность почвы  $\rho \approx 1,3$  г/см<sup>3</sup>)

### 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<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  $n$ -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  $A$  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?
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 полувыведения йода из организма равен 12 суткам. Рассчитайте эффективный период полувыведения 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>.

### Примерные тестовые задания к рубежному контролю №1

#### 1. АТОМНОЕ ЯДРО ЭЛЕМЕНТА СОСТОИТ ИЗ

1. протонов
2. нейтронов
3. протонов и нейтронов
4. протонов, нейтронов и электронов

#### 2. ИЗОТОПАМИ НАЗЫВАЮТСЯ РАЗНОВИДНОСТИ АТОМОВ, ИМЕЮЩИЕ

1. одинаковое число протонов, одинаковое число нейтронов
2. одинаковое число протонов, разное число нейтронов
3. разное число протонов, одинаковое число нейтронов
4. разное число протонов, разное число нейтронов

#### 3. $\alpha$ - ИЗЛУЧЕНИЕ ПРЕДСТАВЛЯЕТ СОБОЙ ПОТОК

1. ядер атома гелия
2. электронов или позитронов
3. протонов или нейтронов
4. электромагнитного излучения

#### 4. ЕСЛИ ПЕРИОД ПОЛУРАСПАДА $^{137}\text{Cs}$ - 30 ЛЕТ, ТО ЧЕРЕЗ 90 ЛЕТ АКТИВНОСТЬ ПРЕПАРАТА УМЕНЬШИТСЯ

- |             |             |
|-------------|-------------|
| 1. до нуля  | 4. в 6 раз  |
| 2. в 2 раза | 5. в 8 раз  |
| 3. в 4 раза | 6. в 16 раз |

#### 5. ЕСЛИ АКТИВНОСТЬ ПРЕПАРАТА – 100 расп/сек, А ЭФФЕКТИВНОСТЬ СЧЕТА – 20%, ТО ОЖИДАЕМАЯ СКОРОСТЬ СЧЕТА ПРЕПАРАТА БУДЕТ РАВНА

- |             |               |
|-------------|---------------|
| 1. 5 имп/с  | 3. 500 имп/с  |
| 2. 20 имп/с | 4. 2000 имп/с |

#### 6. ЕДИНИЦЫ ИЗМЕРЕНИЯ АБСОЛЮТНОЙ АКТИВНОСТИ

1. Кюри и Беккерель
2. Беккерель и имп/с
3. имп/с и Рентген
4. Рентген и Беккерель

7. В ОСНОВЕ РАБОТЫ ГАЗОРАЗРЯДНОГО СЧЕТЧИКА  
ГЕЙГЕРА-МЮЛЛЕРА ЛЕЖИТ

1. химическая реакция
2. ионизация атомов газа
3. возбуждение атомов газа
4. изменение температуры

8. ПРОНИКАЮЩАЯ СПОСОБНОСТЬ ИЗЛУЧЕНИЙ РАДИОНУКЛИДОВ  
 $^{14}\text{C}$ ,  $^{137}\text{Cs}$ , И  $^{32}\text{P}$  УВЕЛИЧИВАЕТСЯ В РЯДУ:

- |  |  |
|--|--|
| 1. $^{14}\text{C}$ , $^{137}\text{Cs}$ , $^{32}\text{P}$ | 4. $^{137}\text{Cs}$ , $^{14}\text{C}$ , $^{32}\text{P}$ |
| 2. $^{14}\text{C}$ , $^{32}\text{P}$ , $^{137}\text{Cs}$ | 5. $^{32}\text{P}$ , $^{137}\text{Cs}$ , $^{14}\text{C}$ |
| 3. $^{137}\text{Cs}$ , $^{32}\text{P}$ , $^{14}\text{C}$ | 6. $^{32}\text{P}$ , $^{14}\text{C}$ , $^{137}\text{Cs}$ |

**Примерные тестовые задания к рубежному контролю №2**

1. ОСНОВНОЙ ДОЗОВЫЙ ПРЕДЕЛ ДЛЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ РАБОТНИКОВ  
АТОМНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ РАВЕН

1. 1 мЗв/год
2. 10 мЗв/год
3. 20 мЗв/год
4. 50 мЗв/год

2. ДОЗИМЕТР ДКС-04 ПО НАЗНАЧЕНИЮ И СПОСОБУ ВЫВОДА ИНФОРМАЦИИ

1. бытовой, универсальный
2. бытовой, накапливающий
3. бытовой, прямо показывающий
4. профессиональный, универсальный
5. профессиональный, накапливающий
6. профессиональный, прямо показывающий

3. ДЛЯ СНИЖЕНИЯ ДОЗЫ ИЗЛУЧЕНИЯ ОТ ТОЧЕЧНОГО ИСТОЧНИКА В 25 РАЗ  
НЕОБХОДИМО РАССТОЯНИЕ

- |                        |                        |
|------------------------|------------------------|
| 1. уменьшить в 5 раз   | 4. увеличить в 5 раз   |
| 2. уменьшить в 25 раз  | 5. увеличить в 25 раз  |
| 3. уменьшить в 625 раз | 6. увеличить в 625 раз |

4. ЕДИНИЦЫ ИЗМЕРЕНИЯ ЭКВИВАЛЕНТНОЙ ДОЗЫ

1. Зиверт и Рентген
2. Беккерель и Кюри
3. Грей и рад
4. Зиверт и бэр

5. ЕСЛИ ЗА 8 ЧАСОВ ПОЛУЧЕНА ДОЗА ИЗЛУЧЕНИЯ, РАВНАЯ 4 мР, ТО СРЕДНЯЯ  
МОЩНОСТЬ ДОЗЫ СОСТАВИТ

- |             |            |
|-------------|------------|
| 1. 0.5 мР/ч | 3. 4 мР/ч  |
| 2. 2 мР/ч   | 4. 32 мР/ч |

6. ЕДИНИЦЫ ИЗМЕРЕНИЯ АБСОЛЮТНОЙ АКТИВНОСТИ

1. Зиверт и Рентген
2. Беккерель и Кюри
3. расп/с и имп/с
4. имп/с и Беккерель

## 7. ПРИ ВНЕШНЕМ ОБЛУЧЕНИИ НАИБОЛЕЕ ОПАСНО

1. альфа излучение
2. бета излучение
3. гамма излучение

## 8. ИЗ ЕСТЕСТВЕННЫХ РАДИОНУКЛИДОВ НАИБОЛЬШИЙ ВКЛАД ВО ВНУТРЕННЕЕ ОБЛУЧЕНИЕ ЧЕЛОВЕКА ДАЕТ

1.  $^{226}\text{Ra}$
2.  $^{14}\text{C}$
3.  $^{222}\text{Rn}$
4.  $^{40}\text{K}$

### Примерные тестовые задания к рубежному контролю №3

#### 1. НАИБОЛЕЕ МАСШТАБНЫЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ БИОСФЕРЫ РАДИОНУКЛИДАМИ ПРОИЗОШЛИ В РЕЗУЛЬТАТЕ

1. испытаний ядерного оружия
2. аварий на предприятиях атомной промышленности, включая Чернобыльскую катастрофу
3. утечки радиоактивных отходов из мест захоронения

#### 2. АВАРИЯ НА ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ АЭС ПРОИЗОШЛА В

1. 1957 г.
2. 1979 г.
3. 1986 г.
4. 1989 г.
5. 1992 г.
6. 1996 г.

#### 3. ОБЛАСТИ РОССИИ, НАИБОЛЕЕ ПОСТРАДАВШИЕ ОТ ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ КАТАСТРОФЫ, –

1. Тульская, Рязанская, Брянская, Белгородская
2. Тульская, Рязанская, Орловская, Липецкая
3. Тульская, Орловская, Брянская, Калужская
4. Тульская, Брянская, Московская, Калужская

#### 4. ДОЛГОЖИВУЩИЕ РАДИОНУКЛИДЫ – ЗАГРЯЗНИТЕЛИ БИОСФЕРЫ ПОСЛЕ АВАРИИ НА ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ АЭС – ЭТО

1.  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$
2.  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{90}\text{Sr}$  и  $^{131}\text{I}$
3.  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{90}\text{Sr}$  и  $^{40}\text{K}$
4.  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{90}\text{Sr}$ ,  $^{40}\text{K}$ , и  $^{131}\text{I}$

#### 5. ВАРИАНТ ОТВЕТА, СОДЕРЖАЩИЙ ТОЛЬКО ЕСТЕСТВЕННЫЕ РАДИОНУКЛИДЫ

1.  $^{40}\text{K}$ ,  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$
2.  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{90}\text{Sr}$  и  $^{131}\text{I}$
3.  $^{238}\text{U}$ ,  $^{40}\text{K}$  и  $^{232}\text{Th}$
4.  $^{239}\text{Pu}$ ,  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{131}\text{I}$

#### 6. РАДИОНУКЛИД

1.  $^{137}\text{Cs}$
2.  $^{131}\text{I}$

#### ОРГАН НАИБОЛЬШЕЙ ЛОКАЛИЗАЦИИ

- А. печень
- Б. костные ткани
- В. щитовидная железа
- Г. желудочно-кишечный тракт
- С. относительно равномерно во всем теле



7. МАКСИМАЛЬНЫЕ ЗНАЧЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТОВ НАКОПЛЕНИЯ РАДИОНУКЛИДОВ МОЖНО ОЖИДАТЬ В ВАРИАНТЕ

1. картофель на суглинистых почвах
2. салат на пойменных супесчаных почвах
3. овощные культуры (корнеплоды) на тяжелосуглинистых черноземах

8. ВРЕМЯ, В ТЕЧЕНИЕ КОТОРОГО АКТИВНОСТЬ РАДИОНУКЛИДА В ОРГАНИЗМЕ ЧЕЛОВЕКА УМЕНЬШИТСЯ В ДВА РАЗА, НАЗЫВАЕТСЯ

1. период полураспада
2. период полувыведения
3. эффективный период полураспада
4. эффективный период полувыведения

**Примерный перечень вопросов к экзамену 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 агроэкосистем.
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. Миграционная способность радионуклидов в почве. Механизмы миграции и их относительное значение.
28. Основные механизмы закрепления  $^{90}\text{Sr}$  и  $^{137}\text{Cs}$  в почвенном поглощающем комплексе. Прочность закрепления.
29. Сравнительное накопление радионуклидов растениями при выращивании на различных почвах.
30. Основные принципы вовлечения радионуклидов в биологический круговорот
31. Различия основных сельскохозяйственных культур по накоплению в них радионуклидов.
32. Особенности накопления радионуклидов в фитомассе при первичном выпадении радиоактивных осадков на почвенно-растительный покров.
33. Общие представления о трофических цепочках для радионуклидов в естественных и агроэкосистемах.
34. Скорость выведения радионуклидов из организма человека и возможности воздействия на нее.
35. Понятия дозы и мощности дозы, единицы их измерения.
36. Поглощенная, эквивалентная и экспозиционная дозы и единицы их измерения
37. Нормы радиационной безопасности
38. Роль естественных 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. Концепция проживания и ведения сельскохозяйственной деятельности на территориях, загрязненных радионуклидами. Принятые нормативы.
42. Естественные факторы, приводящие к уменьшению радиоактивного загрязнения на местности. Скорость "самоочищения" естественных и сельскохозяйственных экосистем.
43. Возможности и способы реабилитации почв, загрязненных радионуклидами
44. Способы снижения радиоактивного загрязнения продукции растениеводства.
45. Способы снижения радиоактивного загрязнения продукции животноводства
46. Основные приемы, используемые для получения максимально чистой продукции растениеводства при производстве на радиоактивно загрязненных землях.
47. Метод изотопных индикаторов: его принцип, главные достоинства (преимущества) и ограничения.
48. Возможности и основные направления использования метода изотопных индикаторов в почвенно-агрохимических исследованиях.
49. Важнейшие области применения метода изотопных индикаторов в агроэкологических исследованиях
50. 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 (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 работ, активность на практических занятиях, выполнение контрольных работ, прохождение тестового контроля, посещение лекций и сдача устного экзамена 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 и тестовых заданий 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 рубежных тестов и контрольных работ, а также выполнение и защита всех лабораторных и практических работ является допуском к экзамену. Промежуточный контроль – экзамен – проводится в устной форме по билетам, в которые входят два теоретических вопроса и задача. 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 (Л) = 16 баллов
Выполнение и защита лабораторных (ЛР) и практических работ (ПЗ)	– 5 баллов x 13 (ЛР) + 5 баллов x 9 (ПЗ) = 110 баллов
Рубежный контроль:	
контрольная работа	– 10 баллов x 3 (КР) = 30 баллов
тестирование	– 10 баллов x 3 = 30 баллов
Поощрительные баллы	– 4 балла
<b>Всего</b>	<b>– 190 баллов</b>

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

Шкала оценивания (% от максимального балла)	Количество баллов	Экзамен
85-100	162-190	Отлично
70-84	133-161	Хорошо
60-69	114-132	Удовлетворительно
0-59	0-113	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 [Электронный ресурс] : учебное пособие / С.П. Торшин, Г.А. Смолина, А.С. Пельтцер. – Электрон. дан. – Санкт-Петербург : Лань, 2019. – 212 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/111908>. – Загл. с экрана.

### 7.2 Дополнительная литература

1. Алексахин Р.М. Сельскохозяйственная радиоэкология. / Агрэкология. Под ред. В.А. Черникова и А.И. Чекереса. М.: Колос, 2000, с.300-322.
2. Анненков Б.Н. Радиационные катастрофы: последствия и контрмеры в сельском хозяйстве/ - Москва : Санэпидмедиа, 2008. – 371 с.
3. 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. – 472 с. Том 2. Прикладная радиохимия и радиационная безопасность. - 386 с.
4. 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.
5. Лурье, А.А. Радиоэкология леса / А. А. Лурье. – Москва : РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева, 2010. – 158 с.
6. 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.
7. Радиобиология [Электронный ресурс] : учебник / Н.П. Лысенко [и др.] ; под ред. Н. П. Лысенко, В. В. Пак. – Электрон. дан. – Санкт-Петербург : Лань, 2019. – 572 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/121988>. – Загл. с экрана.
8. Ратников А. Н. Реабилитационные мероприятия на сельскохозяйственных угодьях, подвергшихся радиоактивному загрязнению / Ратников А.Н. [и др.] // Известия ТСХА – 2019. – Вып. 2, с.18-31

9. Чернобыль: радиационный мониторинг сельскохозяйственных угодий и агрохимические 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. Основные действующие нормативные правовые и методические документы по радиационной гигиене. – М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2012

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

1. Торшин, С.П. Практикум по сельскохозяйственной радиологии [Электронный ресурс] : учебное пособие / С.П. Торшин, Г.А. Смолина, А.С. Пельтцер. – Электрон. дан. – Санкт-Петербург : Лань, 2019. – 212 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/111908>. – Загл. с экрана.
2. Журавлёва, О.С. Радиология. Сборник задач / О.С. Журавлёва, Г.А. Смолина – М.: Изд-во РГАУ-МСХА, 2010.
3. Смолина Г.А. Сельскохозяйственная радиология: Методические указания / Г.А. Смолина – М.:Изд-во ФГБНУ «Росинформагротех», 2017, 52 с.
4. Фокин А.Д. Прогноз и пути снижения дозовых нагрузок на население при ведении сельского хозяйства в условиях радионуклидных загрязнений. М.: 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: 35 лет Чернобыльской аварии. Итоги и перспективы преодоления ее последствий в России. 1986-2016. Под ред. Л.А. Большова М., 2021
2. <https://istina.msu.ru/publications/book/137474973> (открытый доступ) – Радиоэкологические последствия аварии на Чернобыльской АЭС: биологические эффекты, миграция, реабилитация загрязненных территорий / Под ред. чл.-корр. РАН Н.И. Санжаровой и проф. 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 «Сельскохозяйственная радиология» 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 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)

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы (№ учебного корпуса, № аудитории)	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
	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)	Сцинтилляционный гамма-спектрометр автоматический Perkin-Elmer Wizard 2480 (инв.№ 410124000559775) Сцинтилляционный гамма-бета спектрометр Compu-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 студентам по освоению дисциплины

Дисциплина «Сельскохозяйственная радиология» включает 71,4 часа аудиторной и 72,6 часов самостоятельной работы студента. Из аудиторной работы 16 часов отводится на лекции, 26 часов – на лабораторные работы, а 24 часов – на практические занятия.

Студентам следует обратить особое внимание на выполнение лабораторных и практических работ, как на самую трудоемкую 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 незначительную 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, планирование эксперимента 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 «Сельскохозяйственная радиология» 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 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 «Сельскохозяйственная радиология» 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. Значительная часть работы студентов отводится на выполнение лабораторных и практических работ (52 часа из 69,4 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 курсового проекта 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: практические занятия могут включать разбор конкретных ситуаций и планирование эксперимента, а также обсуждение видеоматериалов по теме.

**Программу разработала:**

Смолина Г.А., к.б.н., доцент



(подпись)

## РЕЦЕНЗИЯ

на рабочую программу дисциплины «Сельскохозяйственная радиология» ОПОП ВО по направлению 35.03.03 Агрохимия и агропочвоведение, направленности Генетическая и агроэкологическая оценка почв, Органическое сельское хозяйство, Питание растений и качество урожая, Сельскохозяйственная микробиология (квалификация выпускника – бакалавр)

Наумовым Владимиром Дмитриевичем, доктором биологических наук, профессором кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения (далее по тексту рецензент), проведена рецензия рабочей программы дисциплины «Сельскохозяйственная радиология» ОПОП ВО по направлению 35.03.03 Агрохимия и агропочвоведение, направленности Генетическая и агроэкологическая оценка почв, Органическое сельское хозяйство, Питание растений и качество урожая и Сельскохозяйственная микробиология (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 «Сельскохозяйственная радиология» (далее по тексту Программа) соответствует требованиям ФГОС ВО по направлению 35.03.03 Агрохимия и агропочвоведение. 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 обязательной части блока 1 Дисциплины (модули).

3. Представленные в Программе цели дисциплины соответствуют требованиям ФГОС ВО направления 35.03.03 Агрохимия и агропочвоведение.

4. В соответствии с Программой за дисциплиной «Сельскохозяйственная радиология» закреплено 4 компетенции. Дисциплина «Сельскохозяйственная радиология» и представленная Программа способна реализовать их в объявленных требованиях.

5. Результаты обучения, представленные в Программе в категориях знать, уметь, владеть соответствуют специфике и содержанию дисциплины и демонстрируют возможность получения заявленных результатов.

6. Общая трудоёмкость дисциплины «Сельскохозяйственная радиология» составляет 4 зачётных единицы (144 часа).

7. Информация о взаимосвязи изучаемых дисциплин и вопросам исключения дублирования в содержании дисциплин соответствует действительности. Дисциплина «Сельскохозяйственная радиология» взаимосвязана с другими дисциплинами ОПОП ВО и Учебного плана по направлению 35.03.03 Агрохимия и агропочвоведение и возможность дублирования в содержании отсутствует.

8. Представленная Программа предполагает использование современных образовательных технологий, используемые при реализации различных видов учебной работы. Формы образовательных технологий соответствуют специфике дисциплины.

9. Программа дисциплины «Сельскохозяйственная радиология» предполагает занятия в интерактивной форме.

10. Виды, содержание и трудоёмкость самостоятельной работы студентов, представленные в Программе, соответствуют требованиям к подготовке выпускников, содержащимся во ФГОС ВО направления 35.03.03 Агрохимия и агропочвоведение.

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

Форма промежуточного контроля знаний студентов, предусмотренная Программой, осуществляется в форме экзамена и защиты курсового проекта, что соответствует статусу дисциплины, как дисциплины обязательной части учебного цикла – Блок 1 Дисциплины (модули) ФГОС ВО направления 35.03.03 Агрохимия и агропочвоведение.

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

13. Учебно-методическое обеспечение дисциплины представлено: основной литературой – 2 источника (базовые учебник и практикум), дополнительной литературой – 9 наименований, нормативно-правовыми актами – 5 источников и методическими указаниями со ссылкой на электронные ресурсы, Интернет-ресурсы – 4 источника и соответствует требованиям ФГОС ВО направления 35.03.03 Агрохимия и агропочвоведение.

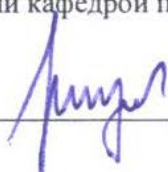
14. Материально-техническое обеспечение дисциплины соответствует специфике дисциплины «Сельскохозяйственная радиология» и обеспечивает использование современных образовательных, в том числе интерактивных методов обучения.

15. Методические рекомендации студентам и методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине дают представление о специфике обучения по дисциплине «Сельскохозяйственная радиология».

### ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

На основании проведенной рецензии можно сделать заключение, что характер, структура и содержание рабочей программы дисциплины «Сельскохозяйственная радиология» ОПОП ВО по направлению 35.03.03 Агрохимия и агропочвоведение, направленности Генетическая и агроэкологическая оценка почв, Органическое сельское хозяйство, Питание растений и качество урожая и Сельскохозяйственная микробиология (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: Наумов В.Д., заведующий кафедрой почвоведения, геологии и ландшафтоведения, д.б.н., профессор



«25» августа 2021 г.