

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Шитикова Александра Васильевна  
Должность: И.о. директора института агrobiотехнологии  
Дата подписания: 15.11.2023 09:31:39  
Уникальный идентификатор ключа:  
fcd01ecb1fd76898cc517245ad12c3f716ce658



МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

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

Институт агrobiотехнологии  
Кафедра агрономической, биологической химии и радиологии

УТВЕРЖДАЮ:

И.о. директора института  
агrobiотехнологии

Шитикова А.В.

“29” августа 2023 г.



## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

### Б1.О.26 Радиобиология

для подготовки бакалавров

ФГОС ВО

Направление: 19.03.01 Биотехнология

Направленности: Биотехнология и молекулярная биология,  
Биотехнология микроорганизмов

Курс 4

Семестр 8

Форма обучения очная

Год начала подготовки 2023

Москва, 2023

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

«24» августа 2023 г.

Рецензент: Чередниченко М.Ю., д.б.н., доцент

(подпись)

«25» августа 2023 г.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО, профессионального стандарта и учебного плана по направлению подготовки 19.03.01 Биотехнология

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

И.о. заведующего кафедрой, д.с.-х.н., профессор

А.Н. Налиухин

«28» августа 2023 г.

**Согласовано:**

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

«28» августа 2023 г.

И.о. заведующего выпускающей кафедрой биотехнологии  
д.б.н., доцент

М.Ю. Чередниченко

«28» августа 2023 г.

Заведующий выпускающей кафедрой микробиологии и иммунологии  
д.б.н., доцент

А.В. Козлов

«28» августа 2023 г.

Заведующий отделом комплектования ЦНБ

(подпись)

## Содержание

<b>АННОТАЦИЯ</b> .....	4
<b>1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ</b> .....	5
<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> .....	10
4.1 РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЁМКОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ РАБОТ .....	10
4.2 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	10
4.3 ЛЕКЦИИ/ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ/ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ .....	14
<b>5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ</b> .....	18
<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 .....	24
<b>7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ</b> .....	25
7.1 ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА .....	25
7.2 ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА.....	25
7.3 НОРМАТИВНЫЕ ПРАВОВЫЕ АКТЫ .....	26
7.4 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ, РЕКОМЕНДАЦИИ И ДРУГИЕ МАТЕРИАЛЫ К ЗАНЯТИЯМ.....	26
<b>8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ</b> .....	26
<b>9. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ</b> .....	27
<b>10. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ</b> .....	27
<b>11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ</b> .	28
Виды и формы отработки пропущенных занятий .....	29
<b>12. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯМ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ</b> .....	29

**Аннотация**  
**рабочей программы учебной дисциплины**  
**Б1.О.26 «Радиобиология» для подготовки бакалавра**  
**по направлению 19.03.01 Биотехнология направленности Биотехно-**  
**логия и молекулярная биология, Биотехнология микроорганизмов**

**Цель освоения дисциплины:** получение теоретических и практических знаний по физическим, химическим, биологическим основам и методам сельскохозяйственной радиологии. Бакалавры овладевают знаниями о биологическом действии ионизирующего излучения на организмы растений, животных, человека и агроэкосистемы в целом, приобретают навыки работы с дозиметрическими приборами, позволяющими количественно оценить действие радиации. Студенты знакомятся с современной нормативной базой по радиационной безопасности, учатся использовать знания для контроля дозиметрической обстановки, а также приобретают навыки проведения радиоэкологического контроля и разработки контрмер, обеспечивающих безопасное проживание населения на загрязненных радионуклидами территориях и производство сельскохозяйственной продукции, отвечающей санитарно-гигиеническим нормам.

**Место дисциплины в учебном плане:** дисциплина включена в обязательную часть учебного плана по направлению подготовки 19.03.01 Биотехнология

**Требования к результатам освоения дисциплины:** в результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции: УК-8.1; УК-8.2; УК-8.3; УК-8.4; ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-7.1; ОПК-7.2.

**Краткое содержание дисциплины:** Предмет, задачи и история развития радиобиологии. Явление радиоактивности. Типы распада и природа излучений. Основы радиометрии. Способы измерения радиоактивности. Закономерности радиоактивного распада, период полураспада. Взаимодействие излучений с веществом. Проникающая способность излучений разного вида. Биологическое действие радиации. Радиочувствительность клеток, тканей, и организмов. Лучевые поражения. Радиационный мутагенез. Основы дозиметрии. Дозиметрические приборы. Оценка дозовых нагрузок на человека. Нормы радиационной безопасности. Экология радионуклидных загрязнений. Природные источники радиации. Источники радионуклидных загрязнений, радиационные аварии. Первичные и вторичные взаимодействия радионуклидов с различными компонентами экосистем, вовлечение радионуклидов в биогеохимические циклы и трофические цепи. Основы токсикологии радионуклидов. Ведение сельскохозяйственного производства в условиях радионуклидного загрязнения. Мероприятия по снижению содержания радионуклидов в сельскохозяйственной продукции. Особенности растениеводства и животноводства в условиях загрязнения почв радионуклидами. Использование изотопов и радиации в научных исследованиях и в сфере АПК. Радиационное стимулирование, ингибирование, пастеризация и стерилизация. Ионизирующие излучения в биологических методах защиты растений. Радиационные технологии в генетике и селекции. Метод изотопных индикаторов и основные направления его использования.

**Общая трудоемкость дисциплины:** 108 час (3 зач. ед.).

**Промежуточный контроль:** зачет в 8-м семестре.

## **1. Цель освоения дисциплины**

Целью освоения дисциплины «Радиобиология» является освоение студентами теоретических и практических знаний по физическим, химическим, биологическим основам и методам сельскохозяйственной радиологии. Студенты овладевают знаниями о биологическом действии ионизирующего излучения на организмы растений, животных, человека и агроэкосистемы в целом, приобретают навыки работы с дозиметрическими приборами, позволяющими количественно оценить действие радиации. Студенты знакомятся с современной нормативной базой по радиационной безопасности, учатся использовать знания для контроля дозиметрической обстановки, а также приобретают навыки проведения радиоэкологического контроля и разработки контрмер, обеспечивающих безопасное проживание населения на загрязненных радионуклидами территориях и производство сельскохозяйственной продукции, отвечающей санитарно-гигиеническим нормам.

Изучение дисциплины сопровождается использованием электронных ресурсов, цифровых технологий, программного обеспечения (Word, Excel и др).

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

Дисциплина «Радиобиология» относится к обязательной части Блока 1 «Дисциплины (модули)» учебного плана. Дисциплина «Радиобиология» реализуется в соответствии с требованиями ФГОС ВО, профессионального стандарта, ОПОП ВО и Учебного плана по направлению 19.03.01 «Биотехнология».

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Радиобиология» являются «Физика», «Неорганическая химия», «Органическая химия», «Высшая математика», «Экология», «Основы управления производственным процессом агроэкосистем».

Дисциплина «Радиобиология» изучается в конце курса бакалавриата, поэтому она не является основополагающей для изучения других дисциплин, однако знания, полученные при изучении этой дисциплины, могут быть использованы в научно-исследовательской работе, а также при обучении в магистратуре.

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 биологического действия ионизирующего излучения в условиях радионуклидного загрязнения территорий и продукции сельскохозяйственного производства, а также для разработки контрмер, направленных на улучшения экологической ситуации.

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

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

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

Таблица 1

## Требования к результатам освоения учебной дисциплины

№ п/п	Код компетенции	Содержание компетенции (или её части)	Индикаторы компетенций	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
				знать	уметь	владеть
1	УК-8	Способен создавать и поддерживать в повседневной жизни и в профессиональной деятельности безопасные условия жизнедеятельности для сохранения природной среды, обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов	УК-8.1 Обеспечивает безопасные и/или комфортные условия труда на рабочем месте, в т.ч. с помощью средств защиты	– основы биологического действия ионизирующего излучения; – современные нормы радиационной безопасности; – допустимые уровни содержания радионуклидов в почвах, кормах, удобрениях, лесоматериалах и продуктах питания;	– оценивать реальную опасность действия радиации; – определять ограничения по работе в условиях радиоактивного загрязнения; – подбирать индивидуальные средства защиты для персонала, ведущего работы в условиях радиоактивного загрязнения;	– навыками работы с нормативными документами по радиационной безопасности и гигиене; – навыками работы с современными источниками информации, обработки и интерпретации ее с помощью программных продуктов Exel, Word и др.;
2			УК-8.2 Выявляет и устраняет проблемы, связанные с нарушениями техники безопасности на рабочем месте	– главные источники и причины радиоактивных загрязнений природных и сельскохозяйственных объектов; –	– пользоваться радиометрическими, спектрометрическими и дозиметрическими приборами; – измерять дозу и мощность дозы излучения	– навыками работы с нормативными документами по радиационной безопасности и гигиене; –
3			УК-8.3 Осуществляет действия по предотвращению возникновения чрезвычайных ситуаций (природного и техногенного происхождения) на рабочем месте, в т.ч. с помощью средств защиты	– современные нормы радиационной безопасности; – способы снижения загрязнения продукции растениеводства и животноводства радионуклидами; –	– измерять дозу и мощность дозы излучения – измерить, провести идентификацию и оценить уровни содержания радионуклидов в сельскохозяйственных объектах, кормах и готовой продукции;	– навыками устранения нарушений правил радиационной безопасности – навыками выбора контрмер, необходимых для снижения последствий радиоактивного загрязнения;
4			УК-8.4 Принимает участие в спасательных и неотложных аварийно-	– классификацию и возможности дозиметрических приборов;	– измерять дозу и мощность дозы излучения – измерить, провести	– навыками устранения нарушений правил радиационной безопасности

			восстановительных мероприятиях в случае возникновения чрезвычайных ситуаций	– основные методы защиты производственного персонала и населения от действия ионизирующей радиации;	идентификацию и оценить уровни содержания радионуклидов в сельскохозяйственных объектах, кормах и готовой продукции;	– навыками выбора контрмер, необходимых для снижения последствий радиоактивного загрязнения;
5	ОПК-1	Способен изучать, анализировать, использовать биологические объекты и процессы, основываясь на законах и закономерностях	ОПК-1.1 Демонстрирует знание основных законов математических и естественных наук, необходимых для решения типовых задач профессиональной деятельности	– основные виды ионизирующих излучений и их свойства; – законы взаимодействия излучения с веществом; – закон радиоактивного распада; – основы биологического действия ионизирующего излучения;	– использовать знание основных законов радиобиологии для решения типовых задач профессиональной деятельности	– терминами и понятиями радиобиологии; – навыками работы с современными источниками информации: научная периодика, Интернет, Банки данных и др., обработки и интерпретации ее с помощью программных продуктов Excel, Word и др.;
6			ОПК-1.2 Использует знания основных законов математических и естественных наук для решения стандартных профессиональных задач	– возможности применения законов радиоактивного распада, взаимодействия излучений с веществом на практике; – основные закономерности поведения радионуклидов в окружающей среде; – возможности использования биологического действия радиации на практике;	– использовать знание основных законов радиобиологии для оценки радиологической ситуации; – применять закон радиоактивного распада для прогноза уровней радиоактивного загрязнения земель и сельскохозяйственной продукции	– навыками работы с современными источниками информации: научная периодика, Интернет, Банки данных и др. –
7			ОПК-1.3 Владеет навыками теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности, основываясь на законах и закономерностях математических, физических, химических и биологических	– основные методы регистрации излучений, приборы и особенности измерения радиации; – возможности использования ионизирующих излучений для решения задач сельскохозяйственной науки и практики;	– пользоваться радиометрическими, спектрометрическими и дозиметрическими приборами; – измерить, провести идентификацию и оценить уровни содержания радионуклидов в сельскохозяйственных объектах, кормах	– навыками работы с радиометрическим, спектрометрическим и дозиметрическим оборудованием;



			ских наук и их взаимосвязях		и готовой продукции;	
8	ОПК-7	Способен проводить экспериментальные исследования и испытания по заданной методике, наблюдения и измерения, обрабатывать и интерпретировать экспериментальные данные, применяя математические, физические, физико-химические, биологические, микробиологические методы	ОПК-7.1 Демонстрирует знание основных математических, физических, физико-химических, химических, биологических, микробиологических методов экспериментальных исследований	– основные методы регистрации излучений, приборы и особенности измерения радиации; – возможности использования ионизирующих излучений для решения задач сельскохозяйственной науки и практики;	– пользоваться радиометрическими, спектрометрическими и дозиметрическими приборами; – измерить, провести идентификацию и оценить уровни содержания радионуклидов в сельскохозяйственных объектах, кормах и готовой продукции;	– навыками работы с радиометрическим, спектрометрическим и дозиметрическим оборудованием;
9		Способен проводить экспериментальные исследования и испытания по заданной методике, наблюдения и измерения, обрабатывать и интерпретировать экспериментальные данные, применяя математические, физические, физико-химические, биологические, микробиологические методы	ОПК-7.2 Под руководством специалиста более высокой квалификации использует математические, физические, физико-химические, химические, биологические, микробиологические методы в экспериментальных исследованиях	– теоретические основы и возможности использования метода изотопных индикаторов; – особенности постановки экспериментов с использованием метода изотопных индикаторов; – правила радиационной безопасности при проведении экспериментов с использованием метода изотопных индикаторов.	– под руководством специалиста более высокой квалификации использовать метод изотопных индикаторов в экспериментальных исследованиях; – измерять дозу и мощность дозы излучения – измерить, провести идентификацию и оценить уровни содержания радионуклидов в сельскохозяйственных объектах, кормах и готовой продукции.	– навыками планирования и постановки экспериментов с использованием метода изотопных индикаторов; – навыками работы с современными источниками информации: научная периодика, Интернет, Банки данных и др., обработки и интерпретации ее с помощью программных продуктов Exel, Word и др.

## 4. Структура и содержание дисциплины

### 4.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зач.ед. (108 часов), их распределение по видам работ представлено в таблице 2.

Таблица 2

#### Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Вид учебной работы	Трудоёмкость	
	час. всего	В т.ч. в 8 семестре
<b>Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>108</b>	<b>108</b>
<b>1. Контактная работа:</b>	<b>70,25</b>	<b>70,25</b>
<b>Аудиторная работа</b>	<b>70,25</b>	<b>70,25</b>
<i>в том числе:</i>		
<i>лекции (Л)</i>	28	28
<i>лабораторные работы (ЛР)</i>	28	28
<i>практические занятия (ПЗ)</i>	14	14
<i>контактная работа на промежуточном контроле (КРА)</i>	0,25	0,25
<b>2. Самостоятельная работа (СРС)</b>	<b>37,75</b>	<b>37,75</b>
<i>самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным работам, тестированию)</i>	28,75	28,75
<i>Подготовка к зачету (контроль)</i>	9	9
Вид промежуточного контроля:	Зачёт	Зачёт

### 4.2 Содержание дисциплины

Таблица 3

#### Тематический план учебной дисциплины

Наименование разделов и тем дисциплин (укрупнено)	Всего	Аудиторная работа				Внеаудиторная работа СР
		Л	ЛР	ПЗ	ПКР	
Раздел 1. Введение в радиобиологию. Физико-химические основы	31	10	12	2	–	7
Раздел 2. Биологическое действие радиации и основы дозиметрии	24	6	4	4	–	10
Раздел 3 Основы радиоэкологии и токсикологии радионуклидов	17	4	6		–	7
Раздел 4. Ведение с-х производства в условиях радионуклидного загрязнения	15	2	4	2	–	7
Раздел 5. Использование изотопов и радиации в научных исследованиях и в сфере АПК	20,75	6	2	6	–	6,75
Контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	0,25	–	–		0,25	–
<b>Итого по дисциплине</b>	<b>108</b>	<b>28</b>	<b>28</b>	<b>14</b>	<b>0,25</b>	<b>37,75</b>

## **Раздел 1. Введение в радиобиологию. Физическо-химические основы радиобиологии**

**Тема 1.** Явление радиоактивности, природа излучений. Естественные источники радиации.

Предмет, задачи, основные разделы радиобиологии и ее связь с другими науками. Краткая история развития радиобиологии. Вклад отечественных ученых в развитие науки.

Строение атома. Явление изотопии и радиоактивности. Естественные и искусственные радионуклиды. Основные типы радиоактивного распада. Природа альфа-, бета- и гамма-излучений. Энергия излучения. Схемы распада изотопов. Природные источники радиации: космическое излучение, природные радионуклиды, радиоактивные семейства. Районы с природно-повышенной радиоактивностью.

**Тема 2.** Радиометрия ионизирующих излучений

Основные методы регистрации излучений и обнаружения радионуклидов: химические, ионизационные и оптические детекторы радиоактивности. Принципы работы сцинтилляционного, полупроводникового детекторов, счетчика Гейгера-Мюллера. Радиометр «Эксперт-М». Эффективность счета радиометрической установки. Факторы, влияющие на эффективность счета. Техника безопасности при работе в радиологической лаборатории.

**Тема 3.** Закономерности радиоактивного распада

Закон радиоактивного распада, примеры его использования. Кривая радиоактивного распада. Константы: постоянная распада, период полураспада. Активность и единицы ее измерения. Определение периода полураспада неизвестного радионуклида и его идентификация.

**Тема 4.** Взаимодействие излучений с веществом

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

## **Раздел 2. Биологическое действие радиации и основы дозиметрии**

**Тема 1.** Биологическое действие радиации

Современные представления о механизме биологического действия ионизирующих излучений на молекулярном, клеточном и организменном уровнях. Радиобиологический парадокс. Теории, объясняющие механизм биологического действия ионизирующих излучений. Прямое и опосредованное действие ионизирующих излучений. Обратимые и необратимые эффекты, репарация радиационных повреждений. Соматическое и генетическое действие радиации. Радиационный мутагенез. Детерминированные и стохастические эффекты. Радиочувствительность и радиорезистентность клеток, тканей, органов и организмов.

**Тема 2.** Лучевые поражения

Особенности лучевого поражения животных, растений, естественных биоценозов (экосистем). Влияние ионизирующих излучений на клетки, ткани, органы и системы живых организмов. Лучевая болезнь, ее формы и степени. Острая лучевая болезнь, вызванная внешним облучением, ее периоды и степени тяжести. Хроническая лучевая болезнь. Лучевые ожоги. Генетические эффекты. Особенности действия радиации при внешнем и внутреннем, при остром и хроническом облучении. Зависимость биологического действия излучений от дозы облучения и ее мощности, вида ионизирующего излучения, плотности ионизации, физиологического состояния орга-

низма и других факторов. Проблема действия малых доз ионизирующих излучений. Радиационный гормезис.

### **Тема 3. Основы дозиметрии**

Доза как критерий оценки степени воздействия ионизирующей радиации на облучаемый объект (организм). Доза и мощность дозы, их виды, единицы измерения, соотношения единиц. Относительная биологическая эффективность различных видов излучений. Взвешивающие коэффициенты. Дозиметрические приборы для измерения дозы внешнего облучения. Расчётные способы оценки дозы внешнего и внутреннего облучения. Расчет безопасных условий работы. Количественные закономерности соотношения “доза – эффект”. Принципы и нормы радиационной безопасности. Принятые допустимые уровни облучения ионизирующей радиацией НРБ-99/09.

## **Раздел 3. Основы радиоэкологии и токсикологии радионуклидов**

### **Тема 1. 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 (аварии на Южном Урале, на Чернобыльской АЭС и АЭС Фукусима и др.), радиоактивные отходы. Экологические аспекты развития атомной энергетики. Радиоэкологическая ситуация на территории России и за рубежом.

### **Тема 2. Экология радионуклидных загрязнений**

Виды, состав и характер атмосферных выпадений радионуклидов. Особенности загрязнения экосистем при аэральном поступлении радионуклидов. Взаимодействие радионуклидов с почвой, основные пути и механизмы вовлечения радионуклидов в биогеохимические циклы и трофические цепи. Накопление радионуклидов различными сельскохозяйственными культурами. Пути поступления радионуклидов в организм животных и человека. Радиоактивные загрязнения продукции растениеводства и животноводства.

Методы обнаружения радиоактивного загрязнения и идентификации его радионуклидного состава (радиохимический и спектрометрический). Радиоэкологическое нормирование и сертификация сельскохозяйственной продукции. Допустимые уровни содержания радионуклидов (ВДУ, СанПиН, ДУ и др.).

### **Тема 3. Основы токсикологии радионуклидов**

Понятие радиотоксичности, классификация радионуклидов по радиотоксичности. Токсикологическая характеристика наиболее опасных радиоактивных продуктов ядерного деления (стронция-90, цезия-134,137, йода-131, плутония-239 и др.). Закономерности метаболизма радионуклидов в организме сельскохозяйственных животных. Пути поступления и распределения радионуклидов в организме. Всасывание радионуклидов в желудочно-кишечном тракте, распределение их по органам и особенности выведения радионуклидов из организма. Критические органы, ткани. Эффективный период полувыведения радионуклидов. Особенности всасывания и выведения радионуклидов при разовом и хроническом поступлении их в организм сельскохозяйственных животных. Методы ускорения выведения радионуклидов из организма.

## **Раздел 4. 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. Радиационная экспертиза объектов ветеринарного надзора.

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

Способы реабилитации почв, загрязненных радионуклидами. Мероприятия по снижению содержания радионуклидов в кормах и 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 5. Использование изотопов и радиации в научных исследованиях и в сфере АПК**

**Тема 1.** Радиационное стимулирование, ингибирование пастеризация и стерилизация

Предпосевное облучение семян и посадочного материала. Диапазон доз, вызывающих стимулирующее действие радиации. Возможности повышения урожайности и качества растительной продукции и привеса животных. Использование эффекта радиационного ингибирования для предотвращения прорастания клубне- и корнеплодов, лука и чеснока при хранении, для улучшения качества посадочного материала, для увеличения срока хранения скоропортящейся продукции растениеводства; изготовления вакцин для животных. Радисидация, радьюризация. Установки для облучения.

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

**Тема 2.** Ионизирующие излучения в биологических методах защиты растений

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

**Тема 3.** Радиационные технологии в генетике и селекции

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

**Тема 4.** Метод изотопных индикаторов и основные направления его использования в биологических исследованиях

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. Возможности и преимущества применения метода меченых атомов в решении важнейших проблем биологии.

### 4.3 Лекции/лабораторные работы/практические занятия

Таблица 4

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

№ п/п	№ раздела	№ и название лекций/ лабораторных/ практических/ семинарских занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
1.	<b>Раздел 1. Введение в радиобиологию. Физическо-химические основы радиобиологии</b>				<b>24</b>
	Тема 1. Явление радиоактивности, природа излучений. Естественные источники радиации Тема 2. Радиометрия ионизирующих излучений	Лекция №1. Предмет, задачи и основные разделы радиобиологии. Краткая история развития радиобиологии. <i>Использование мультимедийного проектора</i>	ОПК-1; ОПК-7	–	2
		Лекция № 2. Физические основы радиобиологии. Типы распада и природа излучений. Взаимодействие излучений с веществом. <i>Использование мультимедийного проектора</i>	УК-8; ОПК-1; ОПК-7	–	2
		Лабораторная работа № 1. Методы обнаружения и регистрации радиоактивности. Измерение скорости счета на радиометре Эксперт-М.	УК-8; ОПК-1; ОПК-7	защита	2
		Лабораторная работа № 2. Определение эффективности счета радиометрической установки для различных препаратов. Факторы, влияющие на эффективность.	ОПК-1; ОПК-7	защита	2
		Лекция № 3. Природные источники радиации. <i>Использование мультимедийного проектора</i>	УК-8; ОПК-1;	–	2
		Тема 3. Закономерности радиоактивного распада	Лекция № 4. Закон радиоактивного распада. Примеры использования закона в разных областях. <i>Использование мультимедийного проектора</i>	УК-8; ОПК-1; ОПК-7	–
	Лабораторная работа № 3. Определение периода полураспада неизвестного радионуклида и его идентификация		ОПК-1; ОПК-7	защита	2
	Лабораторная работа № 4. Определение статистических ошибок при радиометрических измерениях.		ОПК-1; ОПК-7	защита	2
	Тема 4. Взаимодействие излучений с веществом	Лекция № 5. Взаимодействие излучений с веществом: механизмы взаимодействия, закон поглощения излучения. <i>Использование мультимедийного проектора</i>	УК-8; ОПК-1; ОПК-7	–	2
		Лабораторная работа № 5. Изучение проникающей способности разных видов излучения.	УК-8; ОПК-1; ОПК-7	защита	2
		Лабораторная работа № 6. Определение толщины половинного поглощения $\gamma$ -излучения $^{137}\text{Cs}$ .	ОПК-1; ОПК-7	защита	2

№ п/п	№ раздела	№ и название лекций/ лабораторных/ практических/ семинарских занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
		Практическое занятие № 1. Контрольная работа и тестирование по темам раздела 1	УК-8; ОПК-1; ОПК-7	контрольная работа, тестирование	2
2	<b>Раздел 2. Биологическое действие радиации и основы дозиметрии</b>				<b>14</b>
	Тема 1. Биологическое действие радиации	Лекции № 6,7. Основы дозиметрии. Биологическое действие радиации. <i>Использование мультимедийного проектора</i>	УК-8; ОПК-1; ОПК-7	–	4
		Практическое занятие № 2. Просмотр и обсуждение материалов фильма «Страх перед радиацией» (BBC) о биологическом действии радиации.	УК-8; ОПК-1; ОПК-7	защита	2
	Тема 2. Лучевые поражения	Лекции № 8. Радиочувствительность организмов. Лучевые поражения. <i>Использование мультимедийного проектора</i>	УК-8; ОПК-1; ОПК-7	–	2
	Тема 3. Основы дозиметрии	Лабораторная работа № 7. Приборы дозиметрического контроля. Принципы и нормы радиационной безопасности. НРБ-99/2009.	УК-8; ОПК-1; ОПК-7	защита	2
		Лабораторная работа № 8. Измерение дозы внешнего излучения. Расчет безопасных условий работы.	УК-8; ОПК-1; ОПК-7	защита	2
		Практическое занятие № 3. Контрольная работа и тестирование по темам раздела 2	УК-8; ОПК-1; ОПК-7	контрольная работа, тестирование	2
3	<b>Раздел 3. Основы радиоэкологии и токсикологии радионуклидов</b>				<b>10</b>
	Тема 1. Источники радионуклидных загрязнений	Лекции № 9. Источники радионуклидных загрязнений. <i>Использование мультимедийного проектора</i>	УК-8; ОПК-1; ОПК-7	–	2
	Тема 2. Экология радионуклидных загрязнений	Лабораторная работа № 9. Обнаружение радиоактивных загрязнений сельскохозяйственных объектов по суммарной удельной β-активности	УК-8; ОПК-1; ОПК-7	защита	2
		Лекция № 10. Экология радионуклидных загрязнений. Основы токсикологии радионуклидов. Токсикологическая характеристика наиболее опасных продуктов ядерного деления. <i>Использование мультимедийного проектора</i>	УК-8; ОПК-1; ОПК-7	защита	2
	Тема 3. Основы токсикологии радионуклидов	Лабораторная работа № 10. Радиохимический метод идентификации изотопного состава радиоактивного загрязнения. Нормирование содержания радионуклидов в кормах и продуктах питания.	УК-8; ОПК-1; ОПК-7	защита	2
		Лабораторная работа № 11. Спектрометрический метод идентификации изотопного состава радиоактивного загрязнения.	УК-8; ОПК-1; ОПК-7	защита	2

№ п/п	№ раздела	№ и название лекций/ лабораторных/ практических/ семинарских занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
4	<b>Раздел 4. Ведение сельскохозяйственного производства в условиях радионуклидного загрязнения</b>				<b>8</b>
	Тема 1. Концепция проживания и ведения хозяйства на загрязненных территориях Тема 2. Мероприятия по снижению содержания радионуклидов в сельскохозяйственной продукции	Лекция № 11. Концепция проживания и ведения хозяйства на территориях, загрязненных радионуклидами. Система контрмер, направленных на снижение загрязнения радионуклидами сельскохозяйственной продукции. <i>Использование мультимедийного проектора</i>	УК-8; ОПК-1; ОПК-7	–	2
		Лабораторная работа № 12. Расчет суммарной дозы облучения человека, проживающего на территории, загрязненной радионуклидами	УК-8; ОПК-1; ОПК-7	защита	2
		Лабораторная работа № 13. Разработка мероприятий, направленных на снижение содержания радионуклидов в сельскохозяйственной продукции и доз облучения человека.	УК-8; ОПК-1; ОПК-7	защита	2
		Практическое занятие № 4. Контрольная работа и тестирование по темам разделов 3, 4	УК-8; ОПК-1; ОПК-7	контрольная работа	2
5	<b>Раздел 5. Использование изотопов и радиации в научных исследованиях и в сфере АПК</b>				<b>8</b>
	Тема 1. Радиационное стимулирование, ингибирование, пастеризация и стерилизация	Лекция № 12. Радиационные технологии, основанные на стимулирующем и ингибирующем действии излучения. <i>Использование мультимедийного проектора</i>	ОПК-1; ОПК-7	–	2
		Практическое занятие № 5. Радиационные технологии для облучения продуктов питания	ОПК-1; ОПК-7	опрос	2
	Темы 2,3. Ионизирующие излучения в биологических методах защиты растений Радиационные технологии в генетике и селекции	Лекция № 13. Радиационные технологии в защите растений, в генетике и селекции. <i>Использование мультимедийного проектора</i>	ОПК-1; ОПК-7	–	2
		Практическое занятие № 6. Использование радиационных технологий в защите и в селекции растений	ОПК-1; ОПК-7	опрос	2
	Тема 4. Метод изотопных индикаторов и основные направления его использования в биологических исследованиях	Лекция № 14. Основы метода изотопных индикаторов. Основные направления использования метода в биологических исследованиях. <i>Использование мультимедийного проектора</i>	ОПК-1; ОПК-7	–	2
		Лабораторная работа № 14. Планирование эксперимента по использованию метода меченых атомов в решении конкретных проблем биологии.	ОПК-1; ОПК-7	защита	2
		Практическое занятие № 7. Контрольная работа по темам раздела 5	ОПК-1; ОПК-7	контрольная работа	2



### Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины

№ п/п	№ раздела и темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
<b>Раздел 1. Введение в радиобиологию. Физическо-химические основы радиобиологии</b>		
1.	Тема 1. Явление радиоактивности, природа излучений. Естественные источники радиации	1. Достижения ученых Тимирязевской сельскохозяйственной академии в развитии радиологии (ОПК-1; ОПК-7). 2. Сравнительная характеристика $\alpha$ -, $\beta$ - и $\gamma$ -излучений. (УК-8; ОПК-1; ОПК-7)
	Тема 2. Радиометрия ионизирующих излучений	1. Принцип работы счетчика Гейгера-Мюллера и сцинтилляционного счетчика (УК-8; ОПК-1; ОПК-7)
2.	Тема 4. Взаимодействие излучений с веществом	1. Сравнительная оценка опасности излучений различных видов при внешнем и внутреннем облучении. (УК-8; ОПК-1; ОПК-7) 2. Экранирование источников излучений при работе с ними. Материалы экранов для излучений различного вида и расчет толщины экрана. (УК-8; ОПК-1; ОПК-7)
<b>Раздел 2. Биологическое действие радиации и основы дозиметрии</b>		
8	Тема 1. Биологическое действие радиации	1. Механизмы первичного и вторичного действия ионизирующей радиации на живую материю. (УК-8; ОПК-1; ОПК-7) 2. Физиологическое и генетическое действие радиации на живые организмы. (УК-8; ОПК-1; ОПК-7) 3. Радиочувствительность биообъектов (клеток, органов, тканей, целых организмов). (УК-8; ОПК-1; ОПК-7)
9	Тема 2. Лучевые поражения	1. Особенности проявления лучевой болезни при внешнем и внутреннем облучении человека (УК-8; ОПК-1)
10	Тема 3. Основы дозиметрии	1. Решение задач на расчет безопасных условий работы. (УК-8; ОПК-1; ОПК-7) 2. Относительная биологическая эффективность и взвешивающие коэффициенты действия излучений (УК-8; ОПК-1; ОПК-7) 3. Основные принципы защиты от внешнего облучения. (УК-8; ОПК-1; ОПК-7)
<b>Раздел 3. Основы радиозологии и токсикологии радионуклидов</b>		
3.	Тема 1. Источники радионуклидных загрязнений	1. Главные дозообразующие радионуклиды, образующиеся при аварии на АЭС и при ядерном взрыве. (УК-8; ОПК-1; ОПК-7) 2. Характеристика $^{137}\text{Cs}$ и $^{90}\text{Sr}$ и особенности их радиозологии. (УК-8; ОПК-1; ОПК-7) 3. Опасность для человека от $^{131}\text{I}$ при аварийных выбросах из ядерного реактора (УК-8; ОПК-1; ОПК-7)
4.	Тема 2. Экология радионуклидных загрязнений	1. Особенности поведения основных радионуклидов-загрязнителей в различных природных экосистемах (лесной, луговой и др.) (УК-8; ОПК-1; ОПК-7) 2. Современные нормативы, регламентирующие содержание радионуклидов в почвах, продуктах питания, кормах (УК-8; ОПК-1; ОПК-7)
	Тема 3. Основы токсикологии радионуклидов	1. Токсикологическая характеристика $^{131}\text{I}$ , $^{137}\text{Cs}$ и $^{90}\text{Sr}$ . Накопление и выведение из организма животных и человека (УК-8; ОПК-1; ОПК-7)

№ п/п	№ раздела и темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
<b>Раздел 4. Ведение сельскохозяйственного производства в условиях радионуклидного загрязнения</b>		
11	Тема 1. Концепция проживания и ведения хозяйства на загрязненных территориях	1. Оценка целесообразности ведения хозяйственной деятельности на загрязненных территориях. (УК-8; ОПК-1) 2. Содержание понятия радиоэкологический мониторинг (УК-8; ОПК-1)
12	Тема 2. Особенности растениеводства в условиях загрязнения почв радионуклидами	1. Способы снижения радиоактивного загрязнения продукции растениеводства и животноводства. (УК-8; ОПК-1; ОПК-7) 2. Основные приемы, используемые для получения максимально чистой продукции растениеводства при производстве на радиоактивно загрязненных землях. (УК-8; ОПК-1; ОПК-7)
<b>Раздел 5. Использование изотопов и радиации в научных исследованиях и в сфере АПК</b>		
11	Тема 1. Радиационное стимулирование, ингибирование пастеризация и стерилизация	1. Примеры радиационного стимулирования и ингибирования (ОПК-1; ОПК-7) 3. Безопасность продуктов, полученных при помощи радиационных технологий. (УК-8; ОПК-1; ОПК-7)
12	Тема 2. Ионизирующие излучения в биологических методах защиты растений	1. Примеры использования ионизирующих излучений в биологических методах защиты растений (ОПК-1; ОПК-7)
	Тема 3. Радиационные технологии в генетике и селекции	1. Примеры получения новых сортов с использованием методов радиационной селекции (ОПК-1; ОПК-7)
	Тема 4. Метод изотопных индикаторов и основные направления его использования в биологических исследованиях	1. Примеры использования метода изотопных индикаторов в биологических исследованиях при решении биотехнологических задач (ОПК-7)

## 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	Практическое занятие № 2. Просмотр и обсуждение материалов фильма «Страх перед радиацией» (ВВС) о биологическом действии радиации	ПЗ	разбор конкретных ситуаций
2	Лабораторная работа № 8. Измерение дозы внешнего излучения. Расчет безопасных условий работы.	ЛР	разбор конкретных ситуаций
3	Лекция № 10. Экология радионуклидных загрязнений. Основы токсикологии радионуклидов. Токсикологическая характеристика наиболее опасных продуктов ядерного деления	Л	проблемная лекция
4	Лекция № 11. Концепция проживания и ведения хозяйства на территориях, загрязненных радио-	Л	проблемная лекция

№ п/п	Тема и форма занятия		Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий
	нуклидами. Система контрмер, направленных на снижение загрязнения радионуклидами сельскохозяйственной продукции в продукции и доз облучения человека.		
5	Лабораторная работа № 13. Разработка мероприятий, направленных на снижение содержания радионуклидов в сельскохозяйственной продукции и доз облучения человека.	ЛР	разбор конкретных ситуаций
6	Лабораторная работа № 14. Планирование эксперимента по использованию метода меченых атомов в решении конкретных проблем биологии.	ЛР	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

Курсовая работа учебным планом подготовки бакалавров по направлению 19.03.01 «Биотехнология» (дисциплина «Радиобиология») не предусмотрена.

Степень освоения студентом теоретического материала по дисциплине контролируется с помощью устных опросов при защите лабораторных работ и при выполнении тестовых заданий, которые предусмотрены после изучения второго и четвертого разделов дисциплины.

Ниже приведены примерные тестовые задания по разделам дисциплины:

#### Примерные тестовые задания №1

#### 1. 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

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

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

#### 3. 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 |

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

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

5. В ОСНОВЕ РАБОТЫ ГАЗОРАЗРЯДНОГО СЧЕТЧИКА ГЕЙГЕРА-МЮЛЛЕРА ЛЕЖИТ

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

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

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

7. 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

8. 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  $^{131}\text{I}$

9. 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  $^{131}\text{I}$

10. 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

## Примерные тестовые задания №2

1. ЕДИНИЦЫ ИЗМЕРЕНИЯ ПОГЛОЩЕННОЙ ДОЗЫ

1. Зиверт и Рентген
2. расп/с и имп/с
3. Беккерель и Кюри
4. Грей и рад
5. Зиверт и бэр
6. Грей и Зиверт

2. ОСНОВНОЙ ДОЗОВЫЙ ПРЕДЕЛ ДЛЯ ЛИЦ ИЗ НАСЕЛЕНИЯ РАВЕН

1. 1 мЗв/год
  2. 10 мЗв/год
  3. 20 мЗв/год
  4. 50 мЗв/год
3. ЧТОБЫ ДОЗА ИЗЛУЧЕНИЯ ОТ ТОЧЕЧНОГО ИСТОЧНИКА УМЕНЬШИЛАСЬ В 4 РАЗА, НЕОБХОДИМО РАССТОЯНИЕ
1. уменьшить в 2 раза
  2. уменьшить в 4 раза
  3. уменьшить в 16 раз
  4. увеличить в 2 раза
  5. увеличить в 4 раза
  6. увеличить в 16 раз
4. ЕСЛИ ЗА 10 ЧАСОВ ПОЛУЧЕНА ДОЗА ИЗЛУЧЕНИЯ, РАВНАЯ 5 мР, ТО СРЕДНЯЯ МОЩНОСТЬ ДОЗЫ СОСТАВИТ
1. 0,5 мР/ч
  2. 2 мР/ч
  3. 10 мР/ч
  4. 50 мР/ч
5. КОЛИЧЕСТВЕННОЙ МЕРОЙ ВОЗДЕЙСТВИЯ ИЗЛУЧЕНИЯ НА ОБЪЕКТ ЯВЛЯЕТСЯ
1. активность
  2. доза излучения
  3. удельная активность
  4. период полураспада
6. МАКСИМАЛЬНЫЕ ЗНАЧЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТОВ НАКОПЛЕНИЯ РАДИОНУКЛИДОВ МОЖНО ОЖИДАТЬ В ВАРИАНТЕ
1. картофель на дерново-подзолистых суглинистых почвах
  2. салат на пойменных супесчаных почвах
  3. овощные культуры (корнеплоды) на тяжелосуглинистых черноземах
  4. зерновые культуры на серых лесных среднесуглинистых почвах
7. 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
8. ДЛЯ СНИЖЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ  $^{137}\text{Cs}$  В ПРОДУКЦИИ РАСТЕНИЕВОДСТВА НАИБОЛЕЕ ЭФФЕКТИВНЫ УДОБРЕНИЯ
1. азотные
  2. фосфорные
  3. калийные
  4. азотные и фосфорные
  5. азотные, фосфорные и калийные
9. НА ТЕРРИТОРИЯХ, СИЛЬНО ЗАГРЯЗНЕННЫХ  $^{90}\text{Sr}$ , ПРЕДПОЧТИТЕЛЬНО ВЕДЕНИЕ
1. овощеводства
  2. кормопроизводства
  3. семеноводства
  4. животноводства

10. НА ТЕРРИТОРИЯХ, СИЛЬНО ЗАГРЯЗНЕННЫХ  $^{137}\text{Cs}$  И  $^{90}\text{Sr}$ , ЛУЧШЕ ОТКАЗАТЬСЯ ОТ ВЫРАЩИВАНИЯ

1. технических культур
2. кормовых культур
3. семенного материала
4. овощей в теплицах с привозным грунтом

**Примерные вопросы контрольной работы №1**

1. Радионуклиды и радиация – в чем различия этих понятий? Естественная и искусственная радиоактивность.
2. Скорость счета препарата – 50 имп/сек, эффективность счета (F) – 10 %. Рассчитайте абсолютную активность этого препарата в расп/сек.
3. Сравнительная оценка опасности излучений различных видов при внешнем и внутреннем облучении.
4. Плотность поверхностного загрязнения по  $^{137}\text{Cs}$  – 8 Ки/км<sup>2</sup>. Через какое время эта величина достигнет 1 Ки/км<sup>2</sup>, если принимать во внимание только  $T_{1/2} = 30$  лет?
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 вопросы контрольной работы №2**

1. Нормы радиационной безопасности.
2. Зависимость дозы облучения от расстояния и времени воздействия.
3. На расстоянии 50 см мощность дозы излучения равна 400 мР/час. Чему она будет равна на расстоянии 1 м?
4. Мощность дозы излучения (P) равна 40 мкР/час. Сколько времени в неделю может работать в этих условиях сотрудник категории «А»?
5. 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.

**Примерные вопросы контрольной работы №3**

1. Общая направленность изменения состояния и поведения радионуклидов в агроэкосистемах по сравнению с природными.
2. Как влияют различные агротехнические приёмы на поведение радионуклидов: распашка, применение удобрений, различные виды мелиорации?
3. Характеристика  $^{137}\text{Cs}$  и особенности его радиоэкологии.
4. Способы снижения радионуклидного загрязнения в сельскохозяйственной продукции.
5. 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?

## Примерные вопросы контрольной работы №4

1. Примеры использования эффекта радиационного стимулирования на практике
2. Сущность метода половой стерилизации, используемой в защите растений
3. Примеры получения новых сортов с использованием методов радиационной селекции
4. Принцип, возможности и ограничения метода изотопных индикаторов

## Примерный перечень вопросов к зачету по дисциплине

1. Явление радиоактивности. Типы радиоактивного распада.
2. Сравнительная характеристика альфа-, бета- и гамма-излучений.
3. Природный радиационный фон и его составляющие..
4. Принцип работы счетчика Гейгера-Мюллера.
5. Понятие эффективности регистрации излучения (эффективности счета). Факторы, влияющие на эффективность счета.
6. Закон радиоактивного распада. Период полураспада. Активность.
7. Механизмы взаимодействия излучения с веществом.
8. Проникающая способность ионизирующей радиации разных видов.
9. Сравнительная оценка опасности излучений различных видов при внешнем и внутреннем облучении.
10. Основные источники радионуклидных загрязнений агроэкосистем. Главные дозообразующие радионуклиды, образующиеся при аварии на АЭС и при ядерном взрыве.
11. Основные механизмы закрепления  $^{90}\text{Sr}$  и  $^{137}\text{Cs}$  в почве.
12. Сравнительное накопление радионуклидов различными растениями при выращивании на разных типах почв.
13. Характеристика  $^{137}\text{Cs}$  и особенности его радиоэкологии.
14. Характеристика  $^{90}\text{Sr}$  и особенности его радиоэкологии.
15. Опасность для человека от  $^{131}\text{I}$  при аварийных выбросах из ядерного реактора. Возможности и способы защиты.
16. Общие представления о трофических цепочках для радионуклидов в естественных и агроэкосистемах
17. Гамма-спектрометрия, ее использование для контроля радиоактивного загрязнения земель и с/х продукции.
18. Роль естественных экосистем в формировании дозовой нагрузки на человека, проживающего в радиоактивно загрязненной местности.
19. Действие радиации на человека.
20. Прямое и косвенное действие радиации на биологические объекты.
21. Физиологическое (соматическое) и генетическое действие радиации на живые организмы.
22. Соотношение "доза - эффект" (дозовая кривая) при действии ионизирующей радиации на организмы.
23. Радиочувствительность биообъектов (клеток, органов, тканей, целых организмов).

24. Понятия дозы и мощности дозы, виды доз, единицы их измерения.
25. Основные принципы защиты от внешнего облучения.
26. Нормы радиационной безопасности.
27. Возможности ведения сельскохозяйственного производства на территориях, загрязненных радионуклидами.
28. Способы снижения содержания радионуклидов в продукции растениеводства и животноводства.
29. Применение радиации в сельскохозяйственной практике (полезные радиационные эффекты и способы их реализации).
30. Методы радиационного стимулирования и примеры их использования в сельскохозяйственной практике.
31. Методы радиационной селекции и примеры их использования в сельскохозяйственной практике.
32. Методы радиационного ингибирования и примеры их использования в сельскохозяйственной практике.
33. Безопасность употребления продуктов, полученных при помощи радиационных технологий.
34. Метод изотопных индикаторов: его принцип, главные достоинства (преимущества) и ограничения.
35. Возможности и основные направления использования метода изотопных индикаторов в биологических исследованиях.

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

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

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

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

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

Рубежный контроль знаний проводится после изучения второго и четвертого разделов в виде выполнения тестовых заданий. Поощрительные баллы да-



ются за отсутствие пропусков на лекциях и занятиях и за выполнение всех заданий точно в сроки.

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

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

Посещение лекций – 2 балла x 14 (*Л*) = 28 баллов

Выполнение и защита лабораторных работ – 5 баллов x 14 (*ЛР*) = 70 баллов

Выполнение и защита практических работ – 5 баллов X 3 (*ПР*) = 15 баллов

Рубежное тестирование – 10 баллов x 2 = 20 баллов

Контрольная работа – 10 баллов x 4 (*КР*) = 40

Поощрительные баллы – 7 балла

**Всего – 180 баллов**

По набранным баллам студент может получить следующие оценки по дисциплине (таблица 7).

Таблица 7

<b>Шкала оценивания (% от максимального балла)</b>	<b>Количество баллов</b>	<b>Зачет</b>
<b>60-100</b>	<b>90-180</b>	<b>Зачет</b>
<b>0-59</b>	<b>0-89</b>	<b>Незачет</b>

## **7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **7.1 Основная литература**

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

### **7.2 Дополнительная литература**

1. Анненков Б.Н. Радиационные катастрофы: последствия и контрмеры в сельском хозяйстве/ - Москва : Санэпидмедиа, 2008. – 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 радиозоология [Текст] : конспект лекций / А. А. Лурье ; Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К. А. Тимирязева (Москва). - Москва : МСХА, 2007. - 227 с.

4. Радиобиология / Н. П. Лысенко, В. В. Пак, Л. В. Рогожина, З. Г. Кусурова. — 6-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2023. — 572 с. — ISBN 978-5-507-46439-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/310166> – Загл. с экрана.
5. Ратников А. Н. Реабилитационные мероприятия на сельскохозяйственных угодьях, подвергшихся радиоактивному загрязнению / Ратников А.Н. [и др.] // Известия ТСХА – 2019. – Вып. 2, с.18-31
6. 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>

### **7.3 Нормативные правовые акты**

1. Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы. СанПиН 2.3.2.1078–01.- Москва: ФГУП «ИнтерСЭН», 2002.
2. Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/2009). – М.Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2009.
3. Основные действующие нормативные правовые и методические документы по радиационной гигиене. – М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2012
4. Собрание законодательства Российской Федерации, 2003, № 46 (часть 1), с.4436 «Об использовании атомной энергии».
5. Федеральный закон от 9.01.1996, №3-ФЗ «О радиационной безопасности населения».

### **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. Зинченко Г.А. Задания тестового контроля по курсу «Сельскохозяйственная радиоэкология» для студентов агрономических специальностей. М.: Изд-во МСХА, 1998.
3. Лурье А.А. Рабочие материалы по курсу “Использование земель в условиях радионуклидного загрязнения”. М.: “Земля России”, 2002.
4. Рекомендации по ведению сельского хозяйства в условиях радиоактивного загрязнения территории в результате аварии на Чернобыльской АЭС на период 1991-1995 гг. (под ред. Р.М.Алексахина). М.: Главагробіопром, 1991

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

1. <http://www.ibrae.ac.ru/pubtext/52/> (открытый доступ) – Российский национальный доклад: 30 лет Чернобыльской аварии. Итоги и перспективы преодоления ее последствий в России. 1986-2016. Под ред. В.А. Пучкова и Л.А. Большова М., 2016

2. <http://www.ibrae.ru/russian/chernobyl-3d/man/index.html> (открытый доступ) – Чернобыль в трех измерениях – программа ИБРАЭ РАН.
3. <http://radgig.ru/osnovnyie-dokumentyi.html> (открытый доступ) – основные документы по радиационной безопасности.
4. [http://ecoresearch.info/attachments/article/111/Atlas\\_Cherno\\_Russia\\_Belarus\\_2009.pdf](http://ecoresearch.info/attachments/article/111/Atlas_Cherno_Russia_Belarus_2009.pdf) (открытый доступ) – Атлас современных и прогнозных аспектов последствий аварии на Чернобыльской АЭС на пострадавших территориях России и Беларуси

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

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

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

Для проведения лекционных занятий необходимо наличие учебной аудитории, оснащенной мультимедийным оборудованием с настенным экраном и видеопроектором для проведения интерактивных лекций и демонстрации учебных материалов и учебных фильмов, в значительном количестве имеющихся на кафедре агрономической, биологической химии и радиологии РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева.

Для проведения практических занятий по дисциплине «Радиобиология» 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
1	2
6 уч. корпус, аудитория №136 (лекции, практические и семинарские)	Мультимедийный проектор M2660 с компьютером
	Экран Targa (3,4) 198x264
	Радиометр «Эксперт» со свинцовым домиком - 12 штук

занятия, групповые и индивидуальные консультации, текущий контроль и промежуточная аттестация)	Дозиметр ИРД-02 – 6 шт.
	Дозиметр ДРГ-01Т1
	Дозиметр ДКГ-03 «Грач»
	Дозиметр ДКС-04
	Радиометр-дозиметр МКС-01СА 1М
	Радиометр-дозиметр СРП-88
6 уч. корпус, аудитория №143 (практические и семинарские занятия, групповые и индивидуальные консультации, текущий контроль и промежуточная аттестация)	Радиометр «Эксперт» со свинцовым домиком - 12 штук
	Радиометр УИМ 2-2 ("Актиния")
	Радиометр «Эксперт» со свинцовым домиком - 12 штук
	Дозиметр ИРД-02 – 6 шт.
	Дозиметр ДРГ-01Т1
	Дозиметр ДКГ-03 «Грач»
	Дозиметр ДКС-04
	Радиометр-дозиметр МКС-01СА 1М
Радиометр-дозиметр СРП-88	
6 уч. корпус, аудитория №144 (аудитория для работы с литературой, а также выполнения учебно-исследовательской и научно-исследовательской работы студентов во внеаудиторное время при методическом руководстве преподавателя)	Сцинтилляционный гамма-спектрометр Wizard 2480 Perkin-Elmer (США, Финляндия)
	Сцинтилляционный гамма-спектрометр Compu-Gamma – 1282 (ЛКВ, Швеция)
	Измерительный комплекс «Прогресс-2000 АБГ»
Центральная научная библиотека имени Н.И. Железнова, читальный зал	

## 11. Методические рекомендации обучающимся по освоению дисциплины

Дисциплина «Радиобиология» включает 70,25 часов контактной и 37,75 часов самостоятельной работы студента, при этом 28 часов отводится на лекции, 28 часов – на лабораторные и 10 часов – на практические занятия.

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

Лекционный курс составляет незначительную часть от общей трудоемкости дисциплины, поэтому для полноценного усвоения предмета студентам необходимо большое внимание уделять самостоятельной работе по изучению основных вопросов, включенных в тематический план учебной дисциплины. Следует обратить внимание на то, что некоторые темы дисциплины не рассматриваются на лабораторных занятиях, а коротко даются на лекциях и изучаются студентом в процессе самостоятельной работы. 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 работ и практических занятий), но и активных и интерактивных методов обучения (проблемных лекций, разбор конкретных ситуаций, планирование эксперимента), что способствует более глубокому усвоению дисциплины.

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

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

Пропущенные тесты 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 «Радиобиология» 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 восьмом семестре, при этом 70 часов 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 «Радиобиология» 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. К сожалению, на лабораторный практикум отводится только небольшая часть от общей трудоемкости дисциплины (28 часов из 108 часов, отведенных на дисциплину). По этой причине большое внимание необходимо уделять подготовке и выполнению лабораторных работ. Для

повышения эффективности усвоения материалов рекомендуется каждому студенту выполнять задания индивидуально.

При изучении предмета целесообразно использовать активные и интерактивные формы проведения занятий и лекций. Занятия могут включать обсуждение проблем, разбор конкретных ситуаций, планирование эксперимента.

**Программу разработали:**

Смолина Г.А., к.б.н., доцент

  
\_\_\_\_\_.

## РЕЦЕНЗИЯ

на рабочую программу дисциплины «Радиобиология» ОПОП ВО по направлению 19.03.01 Биотехнология, направленности Биотехнология и молекулярная биология, Биотехнология микроорганизмов (квалификация выпускника – бакалавр)

**Чередниченко Михаилом Юрьевичем**, доктором биологических наук, доцентом, и.о. заведующим кафедрой биотехнологии (далее по тексту рецензент), проведена рецензия рабочей программы дисциплины «Радиобиология» ОПОП ВО по направлению 19.03.01 Биотехнология, направленности «Биотехнология и молекулярная биология», «Биотехнология микроорганизмов» (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 агрономической, биологической химии и радиологии, кандидат биологических наук).

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

1. Предъявленная рабочая программа дисциплины «Радиобиология» (далее по тексту Программа) соответствует требованиям ФГОС ВО по направлению 19.03.01 Биотехнология. 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 учебного цикла – Б1.

3. Представленные в Программе цели дисциплины соответствуют требованиям ФГОС ВО направления 19.03.01 Биотехнология.

4. В соответствии с Программой за дисциплиной «Радиобиология» закреплено 3 компетенции. Дисциплина «Радиобиология» 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 «Радиобиология» составляет 3 зачётных единицы (108 часов).

6. Информация о взаимосвязи изучаемых дисциплин и вопросам исключения дублирования в содержании дисциплин соответствует действительности. Дисциплина «Радиобиология» взаимосвязана с другими дисциплинами ОПОП ВО и Учебного плана по направлению 19.03.01 Биотехнология 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 «Радиобиология» предполагает 5 занятий (10 часов) в интерактивной форме.

9. Виды, содержание и трудоёмкость самостоятельной работы студентов, представленные в Программе, соответствуют требованиям к подготовке выпускников, содержащимся во ФГОС ВО направления 19.03.01 Биотехнология.

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 обязательной части учебного цикла – Б1 ФГОС ВО направления 19.03.01 Биотехнология.

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

12. Учебно-методическое обеспечение дисциплины представлено: основной литературой – 2 источника (базовые учебник и практикум), дополнительной литературой – 7 наименований, нормативно-правовыми актами – 6 источников и методическими указаниями со ссылкой на электронные ресурсы, Интернет-ресурсы – 4 источника и соответствует требованиям ФГОС ВО направления 19.03.01 Биотехнология.

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины соответствует специфике дисциплины «Радиобиология» 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 «Радиобиология».

### **ОБЩИЕ ВЫВОДЫ**

На основании проведенной рецензии можно сделать заключение, что характер, структура и содержание рабочей программы дисциплины «Радиобиология» ОПОП ВО по направлению 19.03.01 Биотехнология, направленность «Биотехнология и молекулярная биология, Биотехнология микроорганизмов» (квалификация выпускника – бакалавр), разработанная Смолиной Г.А., доцентом кафедры агрономической, биологической химии и радиологии, кандидатом биологических наук, доцентом соответствует требованиям ФГОС ВО, современным требованиям экономики, рынка труда и позволит при её реализации успешно обеспечить формирование заявленных компетенций.

Рецензент: Чердниченко М.Ю., и.о. заведующего кафедрой биотехнологии РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, доктор биологических наук, доцент

  
(подпись)

« 25 » августа 2023 г.