

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
**Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова**

Кафедра морфологии

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета биологии и экологии



О.А. Маракаев  
«21» мая 2024 г.

**Рабочая программа**  
**«Радиационная безопасность»**

Направление подготовки  
05.03.06 Экология и природопользование

Направленность (профиль)  
«Экологическая безопасность»

Форма обучения  
очная

Программа одобрена  
на заседании кафедры  
протокол № 9 от «12» апреля 2024 года

Программа одобрена  
НМК факультета биологии и экологии  
протокол № 6 от «29» апреля 2024 года

Ярославль

### 1. Цели освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины – ознакомить студентов с основами радиационной безопасности как важнейшей составной части современной экологической парадигмы и экологической культуры, способах защиты в чрезвычайных ситуациях и подготовить их к использованию полученных знаний в реальной профессиональной деятельности.

### 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Радиационная безопасность» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1, дисциплины по выбору (Б1.В.ДВ.06.04). Она является важным звеном в системе экологических наук, обеспечивающих усвоение фундаментальных теоретических знаний, на базе которых строится подготовка будущего эколога.

Обучение студентов радиационной безопасности осуществляется на основе преемственности знаний, умений и компетенций, полученных ранее. Студент должен: обладать базовыми знаниями фундаментальных разделов физики, химии и биологии, владеть методами химического анализа, а также методами отбора и анализа геологических и биологических проб, иметь навыки идентификации и описания биологического разнообразия, современными методами количественной обработки информации.

### 3. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих элементов компетенций в соответствии с ФГОС ВО, ОП ВО и приобретения следующих знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности:

Формируемая компетенция (код и формулировка)	Индикатор достижения компетенции (код и формулировка)	Перечень планируемых результатов обучения
<b>Профессиональные компетенции</b>		
ПК-1. Способен применять методы отбора проб, исследования природных образцов, анализа и синтеза производственной, полевой и лабораторной экологической информации.	ПК-1.1. Использует основные методы экологической и водной токсикологии, оценки гидрохимических и радиационных параметров, диагностики и контроля объектов окружающей среды для оценки и контроля экологической ситуации.	<b>Знать:</b> методы контроля состояния окружающей среды. <b>Уметь:</b> выявлять проблемы в состоянии окружающей среды, влияющие на здоровье человека. <b>Владеть:</b> навыками расчетов типовых задач по оценке влияния окружающей среды на здоровье человека и составлять отчет по проделанной работе.
	ПК-1.2. Применяет знания и навыки подготовки научной документации и отчетов, получает, обрабатывает и систематизирует данные производственных, полевых и лабораторных наблюдений и измерений, представляет и защищает результаты	

	решения профильных научно-исследовательских задач.	научно-исследовательских задач по оценке состояния окружающей среды и составлять отчет по проделанной работе.
<b>ПК-4.</b> Способен осуществлять экологическое сопровождение организации, проводить разработку и реализацию мероприятий по повышению эффективности природоохранной деятельности и обеспечению экологической безопасности.	<p><b>ПК-4.1.</b> Владеет знаниями и навыками промышленной экологии, экологического менеджмента, сопровождения производства и природопользования в целях разработки и реализации мероприятий по повышению эффективности природоохранной деятельности.</p> <p><b>ПК-4.2.</b> Планирует и участвует в проведении надзорной деятельности в природопользовании, разрабатывает и реализует мероприятия при решении конкретных задач в области экологической безопасности.</p>	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- о современных подходах к оценке экологической безопасности;</li> <li>- перечень мероприятий по охране окружающей среды для обеспечения экологической безопасности.</li> </ul> <p><b>Уметь:</b> использовать принципы современных подходов и методов при оценке экологической безопасности.</p> <p><b>Владеть:</b> навыками применения современных подходов при решении задач по оценке экологической безопасности.</p>

#### 4. Объем, структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц, 144 акад. часов.

№ п/п	Темы (разделы) дисциплины, их содержание	Семестр	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу студентов, и их трудоемкость (в академических часах)						Формы текущего контроля успеваемости Форма промежуточной аттестации (по семестрам)  Формы ЭО и ДОТ
			Контактная работа						
			лекции	практические	лабораторные	консультации	аттестационные испытания	самостоятельная работа	
1	Обеспечение радиационной безопасности	8	2	1		1		11	Опрос.
2	Виды и источники ионизирующих излучений. Естественный и техногенно измененный радиационный фон	8	2	1		1		11	Опрос.

3	Дозиметрические величины и единицы измерения радиации	8	2	2		1		11	Опрос.
4	Биологическое действие ионизирующих излучений	8	2	2		1		11	Опрос.
5	Методы и приборы оценки радиационной обстановки	8	2	2		1		11	Опрос.
6	Виды ядерного оружия	8	2	2		1		11	Опрос.
7	Ядерная энергетика	8	4	1		1		11	Опрос.
8	Радиоактивные отходы	8	4	1		1		11	Опрос.
	<b>Всего</b>		<b>20</b>	<b>12</b>		<b>8</b>		<b>88</b>	
						<b>0,3</b>	<b>15,7</b>		<b>зачет</b>
	<b>Всего за 8 семестр</b>		<b>20</b>	<b>12</b>		<b>8</b>	<b>0,3</b>	<b>103,7</b>	<b>144 часа</b>

### Содержание разделов дисциплины

#### Тема 1. Обеспечение радиационной безопасности

Основные принципы обеспечения радиационной безопасности на производстве и населения. Нормативные и методические документы по радиационной безопасности. Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ). Закон РФ «О радиационной безопасности населения». Обеспечение безопасности при работе с радиоактивными веществами. Обеспечение безопасности при работе с закрытыми источниками излучения. Средства защиты от ионизирующих излучений. Защита временем. Защита расстоянием. Защита экранированием. Фармакохимическая защита. Профилактические мероприятия.

#### Тема 2. Виды и источники ионизирующих излучений. Естественный и техногенно измененный радиационный фон

Виды облучения. Естественная и искусственная радиоактивность. Закон радиоактивного распада. Активность радиоактивного вещества. Радиоактивные ряды. Изотопы. Радионуклиды. Космическое излучение. Земная радиация. Естественный радиационный фон. Облучение от источников, применяемых в медицине. Техногенный радиационный фон. Вклад ядерного оружия в техногенный радиационный фон. Вклад полезных ископаемых в техногенный радиационный фон. Вклад атомной энергетики в техногенный радиационный фон. Вклад геотермальных источников в техногенный радиационный фон. Облучение, вызываемое бытовыми товарами и приборами. Облучение, вызванное испытаниями ядерного оружия.

#### Тема 3. Дозиметрические величины и единицы измерения радиации

Понятие поглощенной и экспозиционной дозы. Эквивалентная доза. Коллективная доза. Радиационный риск.

#### Тема 4. Биологическое действие ионизирующих излучений

Нормирование ионизирующих излучений. Механизмы биологического действия ионизирующих излучений. Концепция беспорогового действия ионизирующих излучений. Области больших и малых доз. Нормирование ионизирующих излучений. Нормы радиационной безопасности. Индивидуальный и коллективный радиационный риск.

#### Тема 5. Методы и приборы оценки радиационной обстановки

Расчетные методы оценки радиационной обстановки. Дозиметрические и радиометрические приборы. Сцинтилляционные и ионизационные приборы, фотографический метод, химические дозиметры. Приборы индивидуального контроля. Стационарные и переносные приборы.

#### Тема 6. Виды ядерного оружия

Атомная бомба. Водородная бомба. Нейтронная бомба. Поражающие факторы различных видов ядерного оружия.

#### Тема 7. Ядерная энергетика

Роль ядерной энергетики. Различные типы ядерных реакторов. Перспективы термоядерной энергетики. Природный реактор. Ядерный топливный цикл. Добыча и переработка руды. Разделительные производства. Эксплуатация реактора. Переработка отработанного ядерного топлива. Хранение отработанного ядерного топлива. Перевозка радиоактивных материалов и отработанного топлива.

#### Тема 8. Радиоактивные отходы

Обращение с радиоактивными отходами. Опасность перевозимых радиоактивных веществ. Особые условия транспортировки радиоактивных материалов и меры безопасности.

### **5. Образовательные технологии, в том числе технологии электронного обучения и дистанционные образовательные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

В процессе обучения используются следующие образовательные технологии:

**Вводная лекция** – дает первое целостное представление о дисциплине и ориентирует студента в системе изучения данной дисциплины. Студенты знакомятся с назначением и задачами курса, его ролью и местом в системе учебных дисциплин и в системе подготовки в целом. Дается краткий обзор курса, история развития науки и практики, достижения в этой сфере, имена известных ученых, излагаются перспективные направления исследований. На этой лекции высказываются методические и организационные особенности работы в рамках данной дисциплины, а также дается анализ рекомендуемой учебно-методической литературы.

**Классическая (традиционная) лекция с элементами лекции-беседы** – последовательное изложение материала, осуществляемое преимущественно в виде монолога преподавателя. Элементы лекции-беседы обеспечивают контакт преподавателя с аудиторией, что позволяет привлекать внимание студентов к наиболее важным темам дисциплины, активно вовлекать их в учебный процесс, контролировать темп изложения учебного материала в зависимости от уровня его восприятия.

**Практическое занятие** – занятие в лаборатории посвящено демонстрации навыков работы с лабораторным оборудованием для изучения и закрепления теоретического материала, установление связи теории с практикой

**Консультации** – вид учебных занятий, являющийся одной из форм контроля самостоятельной работы студентов. На консультациях по просьбе студентов рассматриваются наиболее сложные моменты при освоении материала дисциплины, преподаватель отвечает на вопросы студентов, которые возникают у них в процессе самостоятельной работы.

## **6. Перечень лицензионного и (или) свободно распространяемого программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

В процессе осуществления образовательного процесса по дисциплине используются:

- операционные системы семейства Microsoft Windows;
- программы Microsoft Office;
- программа Adobe Acrobat Reader;
- браузеры Mozilla Firefox, Google Chrome.

## **7. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

В процессе осуществления образовательного процесса по дисциплине используются:

1. Автоматизированная библиотечно-информационная система «БУКИ-NEXT»  
[http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk\\_cat\\_find.php](http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_cat_find.php)
2. Электронная библиотека учебных материалов ЯрГУ  
[http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk\\_cat\\_find.php](http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_cat_find.php)
3. Электронно-библиотечная система «Юрайт» <https://www.biblio-online.ru/>
4. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU <http://elibrary.ru/>

## **8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (при необходимости), рекомендуемых для освоения дисциплины**

### **а) основная литература**

1. Ярмоленко С.П. Радиобиология человека и животных: учебник. – М.: Высшая школа, 2004. – 549 с.
2. Радиационная экология: учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по экологическим и географическим специальностям / В.Д. Старков, В.И. Мигунов. Тюмень: Тюм. дом печати, 2007. – 399 с.
3. Радиация в биосфере: методическое руководство / Сост. Середняков В.Е. – Ярославль: ЯрГУ, 2001. – 32 с.

### **б) дополнительная литература**

1. Федеральный закон от 9 января 1996 г. N 3-ФЗ «О радиационной безопасности населения» (с изменениями и дополнениями).
2. Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/2009). Санитарные правила и нормативы СанПин 2.6.1.2523-09.
3. СП 2.6.1.2612-10 «Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ 99/2010)».
4. Задачи по оценке радиационной обстановки. Метод. руководство / Ю.В. Кукушкин, В.Е. Середняков. – Ярославль, ЯрГУ, 1996. – 26 с.

### **в) ресурсы сети «Интернет»**

1. Электронная библиотека учебных материалов ЯрГУ  
[http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk\\_cat\\_find.php](http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_cat_find.php)
2. СанПиН. Официальные издания санитарно-эпидемиологических правил и норм  
<https://rospotrebnadzor.com/sanpin>

## **9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине включает в свой состав специальные помещения:

- учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа;
- учебные аудитории для проведения практических работ, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации;
- помещения для самостоятельной работы;
- помещения для хранения и профилактического обслуживания технических средств обучения.

Для проведения занятий лекционного типа предлагаются наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий, хранящиеся на электронных носителях и обеспечивающие тематические иллюстрации, соответствующие рабочей программе дисциплины.

Специальные помещения укомплектованы средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде ЯрГУ.

Автор:

Доцент, канд. мед. наук



В.Е. Середняков

**Приложение №1 к рабочей программе дисциплины  
«Радиационная безопасность»**

**Фонд оценочных средств  
для проведения текущего контроля успеваемости  
и промежуточной аттестации студентов  
по дисциплине**

**1. Типовые контрольные задания и иные материалы,  
используемые в процессе текущего контроля успеваемости**

**Вопросы для самоподготовки**

**Тема 1. Обеспечение радиационной безопасности**

1. ФЗ «О радиационной безопасности населения». Основные принципы обеспечения безопасности. Основные гигиенические нормативы на территории РФ. Радиационные паспорта территорий и предприятий.
2. НРБ-99/2009. Основные принципы радиационного нормирования. Категории А, Б, В населения и основные пределы допустимых доз облучения от техногенных, медицинских и природных источников техногенного происхождения.
3. НРБ-99/2009. Зонирование территории при радиоактивном поражении.
4. ОСПОРБ (Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности). Общие требования к обеспечению радиационной безопасности. Категории опасности объектов, СЗЗ по категориям.
5. Защита от закрытых и открытых источников радиоизирующих излучений. Принципы защиты от РВ при авариях.
6. Методы и способы снижения РВ в растениях, животных продуктах питания, почвах.
7. Облучение в медицинских целях.
8. Назовите категории облучаемых лиц в соответствии с НРБ-99/2009.

**Тема 2. Виды и источникиизирующих излучений. Естественный и техно-  
генно измененный радиационный фон**

1. Каково строение атома и ядра атома.
2. Что такое ядерные силы, дефект массы.
3. Что такое  $\alpha$ ,  $\beta$  - распад.
4. Что такое внутренняя конверсия.
5. Каков механизм взаимодействия радиоактивных излучений с веществом.
6. Какие особенности взаимодействия нейтронов с веществом. Типы нейтронов.
7. Какие виды ионизирующих излучений Вы знаете.
8. Какова проникающая способность  $\gamma$  - излучения.
9. Каков механизм передачи энергии заряженных частиц.
10. Что такое линейная передача энергии (ЛПЭ).
11. Что такое Кривая Брегга.
12. Редко и плотно ионизирующее излучение.
15. Из чего складывается радиационный фон Земли и какие его компоненты.
16. Какова связь между первичными и вторичными космическими излучениями.
17. Из чего складывается природная радиоактивность.
18. Какие основные радиоактивные семейства Вы знаете.
19. Что такое радиоактивность?
20. Каких нуклидов больше-стабильных или радиоактивных
21. Что такое радиоактивные ряды? Приведите примеры.

22. Существуют ли радиоактивные элементы, не входящие в ряды?
23. Что такое нуклон
24. Как схематически обозначают тип атомного ядра?
25. Что такое изотопы, изомеры, изобары?
26. Что такое нуклиды?
27. Что представляют собой альфа-излучение, бета-излучение, гамма-излучение?
28. Какую роль в бета-превращениях играет нейтрино?
29. Что такое ядерная реакция?
30. Что такое активность радионуклида?
31. Назовите единицы радиоактивности и связь между ними.
32. Дайте определение основному закону радиоактивного распада.
33. Искусственная и естественная радиоактивность.
34. Радиоактивное заражение биосферы и его источники.
35. Токсичность радиоактивных веществ, группы токсичности.
36. Естественные источники излучения.
37. Внешнее и внутреннее облучение.
38. Техногенные источники излучения.
39. Что такое период полураспада?
40. Какая существует связь между активностью и массой радионуклида? Напишите формулу.
41. Что представляет собой радон?
42. Какой вклад в годовую эффективную дозу облучения населения вносит радон?
43. В какой цепи распада появляется изотоп радона 222?
44. В какой цепи распада появляется изотоп радона 220?
45. Нарисуйте цепочку распада радия 226.

### **Тема 3. Дозиметрические величины и единицы измерения радиации**

1. Какие единицы измерения радиоактивности Вы знаете и какова их взаимосвязь.
2. Для чего введено понятие дозы излучения?
3. Что такое экспозиционная доза излучения?
4. Что такое поглощенная доза излучения?
5. Что такое эквивалентная доза излучения?
6. Что такое эффективная доза излучения?
7. Какова связь между единицей измерения рад и грей?
8. Что такое взвешивающие коэффициенты и для чего они нужны?
9. Предельно допустимая доза и предел дозы.
10. Назовите единицы измерения в системе СИ основных доз излучения.
11. Назовите основные дозообразующие радионуклиды.
12. Как рассчитываются коэффициенты накопления (КН) радионуклидов?
13. Эффективный период полураспада. Влияние биологического периода полураспада на дозу облучения от данного изотопа.
14. Действие больших доз радиации при однократном облучении и при хроническом облучении.
15. Три степени лучевой болезни.
16. Действие малых доз радиации. Концепция беспорогового действия радиации.

### **Тема 4. Биологическое действие ионизирующих излучений**

1. Какие факторы влияют на величину коэффициента перехода радионуклида в растения?
2. Что такое ППП?
3. Что такое ДОО?
4. Какие виды ионизирующих излучений Вы знаете?

5. На какие процессы тратят энергию при взаимодействии с веществом заряженные частицы?
6. На какие процессы тратят энергию при взаимодействии с веществом гамма-кванты?
7. Опишите закон ослабления интенсивности гамма-излучения в веществе.
8. Что такое кратность ослабления интенсивности гамма-излучения в веществе?
9. Как линейный коэффициент ослабления связан с массовым коэффициентом?
10. Биологическое действие изотопов радона и его дочерних продуктов.
11. Что такое ЭРОА радона?
12. Радиоактивность воды и воздуха.
13. Радиоактивность растительного и животного мира.
14. Прямое и косвенное действие радиоактивного излучения.
15. Первичные радиационно-химические процессы.
16. Радиочувствительность и ее диапазоны в природе. Виды радиочувствительности.
17. Острая лучевая болезнь (ОЛБ). Степени проявления ОЛБ.
18. Токсичность радиоактивных веществ. Группы радиотоксичности.
19. Радиочувствительность организмов в лесном биогеоценозе.
20. Особенности поглощения альфа-излучения веществом. Способность различных материалов поглощать альфа излучение. Материалы, используемые для защиты от альфа-излучения.
21. Особенности поглощения бета-(электронов, позитронов) излучения веществом. Способность различных материалов поглощать бета-излучение. Материалы, используемые для защиты от бета-излучения.
22. Необходимость двойной защиты от бета-излучения большой энергии.
23. Особенности поглощения гамма-излучения веществом. Способность различных материалов поглощать гамма излучение. Материалы, используемые для защиты от гамма излучения. Расчет толщины защитного экрана при известном коэффициенте ослабления.
24. Особенности поглощения нейтронов веществом. Способность различных материалов поглощать быстрые и медленные нейтроны. Материалы, используемые для защиты от нейтронов. Расчет толщины защитного экрана при известном коэффициенте ослабления.
25. Зависимость биологического эффекта от суммарной дозы, времени воздействия излучения, размеров поверхности, индивидуальных особенностей. Устойчивость различных организмов к действию радиации.

#### **Тема 5. Методы и приборы оценки радиационной обстановки**

1. Какие методы обнаружения и регистрации ионизирующего излучения Вы знаете.
2. Расчетные методы оценки радиационной обстановки.
3. Дозиметрические и радиометрические приборы.
4. Сцинтилляционные и ионизационные приборы,
5. Фотографический метод, химические дозиметры.
6. Приборы индивидуального контроля.
7. Стационарные и переносные приборы.

#### **Тема 6. Виды ядерного оружия**

1. Атомная бомба.
2. Водородная бомба.
3. Нейтронная бомба.
4. Поражающие факторы различных видов ядерного оружия.
5. Особенности загрязнения окружающей среды при ядерных взрывах.
6. Миграция радионуклидов в почвах, зависимость от поглощающих и закрепляющих свойств
7. Корневой и некорневой тип поступления РВ в растениях.

8. Миграция РВ по пищевым звеньям.

9. Миграция радионуклидов в почве.

### **Тема 7. Ядерная энергетика**

1. Радиоактивный распад и ядерные реакции. Устойчивость ядер. Эмпирические правила устойчивости ядер.

2. Период полураспада – важная характеристика радиоизотопов. Способы определения  $T_{1/2}$  для долгоживущих радиоизотопов.

3. Энергия ядерных превращений. Выделение энергии при реакциях радиоактивного распада и синтеза.

4. Типы ядерных реакторов. Характеристика реактора типа ВВЭР. Топливо, устройство ядерного реактора. Материалы, используемые для замедления нейтронов и защиты от излучения. Экологический риск. Пер-грузки топлива. Зарубежные аналоги.

5. Типы ядерных реакторов. Реактор типа РБМК. Топливо, устройство ядерного реактора. Материалы, используемые для замедления нейтронов и защиты от излучения. Экологический риск. Перегрузки топлива. Зарубежные аналоги.

6. Типы ядерных реакторов. Реакторы на быстрых нейтронах. Преимущества и недостатки.

7. Схемы ЯТЦ. Преимущества и недостатки открытого и закрытого ЯТЦ.

8. Аварии на ядерных реакторах.

### **Тема 8. Радиоактивные отходы**

1. Загрязнение природной среды при ядерных испытаниях.

2. Виды радиоактивных отходов.

3. Решение проблемы радиоактивных отходов (низкой и средней активности, высокой активности).

4. Способы утилизации отходов.

5. ОСПОРБ. Обращение с радиоактивными отходами. Виды радиоактивных отходов.

#### Правила выставления оценки по результатам устного опроса

«Отлично» выставляется за полный ответ на поставленный вопрос с включением в содержание ответа содержания лекции, материалов учебников, дополнительной литературы без наводящих вопросов.

«Хорошо» выставляется за полный ответ на поставленный вопрос в объеме лекции, с включением в содержание ответа материалов учебников с четкими положительными ответами на наводящие вопросы преподавателя.

«Удовлетворительно» выставляется за ответ, в котором озвучено более половины требуемого материала, с положительным ответом на большую часть наводящих вопросов.

«Неудовлетворительно» выставляется за ответ, в котором озвучено менее половины требуемого материала или не озвучено главное в содержании вопроса с отрицательными ответами на наводящие вопросы, или обучающийся отказался от ответа без предварительного объяснения уважительных причин.

## **2. Список вопросов и (или) заданий для проведения промежуточной аттестации**

### Список вопросов к зачету

1. Каково строение атома и ядра атома.
2. Что такое ядерные силы, дефект массы.
3. Что такое  $\alpha$ ,  $\beta$  - распад.
4. Что такое внутренняя конверсия.

5. Каков механизм взаимодействия радиоактивных излучений с веществом.
6. Какие особенности взаимодействия нейтронов с веществом. Типы нейтронов.
7. Какие виды ионизирующих излучений Вы знаете.
8. Какая проникающая способность у  $\gamma$  - излучения.
9. Каков механизм передачи энергии заряженных частиц.
10. Что такое линейная передача энергии (ЛПЭ).
11. Что такое Кривая Брегга.
12. Редко и плотно ионизирующее излучение.
13. Какие единицы измерения радиоактивности Вы знаете и какова их взаимосвязь.
14. Какие методы обнаружения и регистрации ионизирующего излучения Вы знаете.
15. Из чего складывается радиационный фон Земли и какие его компоненты.
16. Какова связь между первичными и вторичными космическими излучениями.
17. Из чего складывается природная радиоактивность.
18. Какие основные радиоактивные семейства Вы знаете.
19. Что такое радиоактивность?
20. Каких нуклидов больше-стабильных или радиоактивных
21. Что такое радиоактивные ряды? Приведите примеры.
22. Существуют ли радиоактивные элементы, не входящие в ряды?
23. Что такое нуклон
24. Как схематически обозначают тип атомного ядра?
25. Что такое изотопы, изомеры, изобары?
26. Что такое нуклиды?
27. Что представляют собой альфа-излучение, бета-излучение, гамма-излучение?
28. Какую роль в бета-превращениях играет нейтрино?
29. Что такое ядерная реакция?
30. Что такое активность радионуклида?
31. Назовите единицы радиоактивности и связь между ними.
32. Дайте определение основному закону радиоактивного распада.
33. Что такое период полураспада?
34. Какая существует связь между активностью и массой радионуклида? Напишите формулу.
35. Для чего введено понятие дозы излучения?
36. Что такое экспозиционная доза излучения?
37. Что такое поглощенная доза излучения?
38. Что такое эквивалентная доза излучения?
39. Что такое эффективная доза излучения?
40. Какова связь между единицей измерения рад и грей?
41. Что такое взвешивающие коэффициенты и для чего они нужны?
42. Что такое предел дозы?
43. Назовите единицы измерения в системе СИ основных доз излучения.
44. Назовите основные дозообразующие радионуклиды.
45. Как рассчитываются коэффициенты накопления (КН) радионуклидов?
46. Какие факторы влияют на величину коэффициента перехода радионуклида в растения?
47. Что такое ППП?

48. Что такое ДОА?
49. Какие виды ионизирующих излучений Вы Знаете?
50. На какие процессы тратят энергию при взаимодействии с веществом заряженные частицы?
51. На какие процессы тратят энергию при взаимодействии с веществом гамма-кванты?
52. Опишите закон ослабления интенсивности гамма-излучения в веществе.
53. Что такое кратность ослабления интенсивности гамма-излучения в веществе?
54. Как линейный коэффициент ослабления связан с массовым коэффициентом?
55. Назовите категории облучаемых лиц в соответствии с НРБ-99/2009.
56. Что такое предел дозы (ПД)?
57. Что представляет собой радон?
58. Какой вклад в годовую эффективную дозу облучения населения вносит радон?
59. В какой цепи распада появляется изотоп радона 222?
60. В какой цепи распада появляется изотоп радона 220?
61. Нарисуйте цепочку распада радия 226.
62. Биологическое действие изотопов радона и его дочерних продуктов.
63. Что такое ЭРОА радона?
64. Радиоактивность воды и воздуха.
65. Радиоактивность растительного и животного мира.
66. Прямое и косвенное действие радиоактивного излучения.
67. Первичные радиационно-химические процессы.
68. Радиочувствительность и ее диапазоны в природе. Виды радиочувствительности.
69. Острая лучевая болезнь (ОЛБ). Степени проявления ОЛБ.
70. Токсичность радиоактивных веществ. Группы радиотоксичности.
71. Особенности загрязнения окружающей среды при ядерных взрывах.
72. Миграция радионуклидов в почвах, зависимость от поглощающих и закрепляющих свойств
73. Корневой и некорневой тип поступления РВ в растениях.
74. Миграция РВ по пищевым звеньям.
75. Защита от закрытых и открытых источников радиоизирующих излучений. Принципы защиты от РВ при авариях.
76. Методы и способы снижения РВ в растениях, животных продуктах питания, почвах.
77. Искусственная и естественная радиоактивность.
78. Радиоактивное заражение биосферы и его источники.
79. Токсичность радиоактивных веществ, группы токсичности.
80. Предельно допустимая доза и предел дозы.
81. Естественные источники излучения.
82. Внешнее и внутреннее облучение.
83. Техногенные источники излучения.
84. Миграция радионуклидов в почве.
85. Радиочувствительность организмов в лесном биогеоценозе.
86. Радиоактивный распад и ядерные реакции. Устойчивость ядер. Эмпирические правила устойчивости ядер.

87. Период полураспада - важнейшая характеристика радиоизотопов. Способы определения  $T_{1/2}$  для долгоживущих радиоизотопов.
88. Энергия ядерных превращений. Выделение энергии при реакциях радиоактивного распада и синтеза.
89. Загрязнение природной среды при ядерных испытаниях.
90. Облучение в медицинских целях.
91. Особенности поглощения альфа-излучения веществом. Способность различных материалов поглощать альфа излучение. Материалы, используемые для защиты от альфа-излучения.
92. Особенности поглощения бета-(электронов, позитронов) излучения веществом. Способность различных материалов поглощать бета-излучение. Материалы, используемые для защиты от бета-излучения.
93. Необходимость двойной защиты от бета-излучения большой энергии.
94. Особенности поглощения гамма-излучения веществом. Способность различных материалов поглощать гамма излучение. Материалы, используемые для защиты от гамма излучения. Расчет толщины защитного экрана при известном коэффициенте ослабления.
95. Особенности поглощения нейтронов веществом. Способность различных материалов поглощать быстрые и медленные нейтроны. Материалы, используемые для защиты от нейтронов. Расчет толщины защитного экрана при известном коэффициенте ослабления.
96. Зависимость биологического эффекта от суммарной дозы, времени воздействия излучения, размеров поверхности, индивидуальных особенностей. Устойчивость различных организмов к действию радиации.
97. Эффективный период полураспада. Влияние биологического периода полураспада на дозу облучения от данного изотопа.
98. Действие больших доз радиации при однократном облучении и при хроническом облучении.
99. Три степени лучевой болезни.
100. Действие малых доз радиации. Концепция беспорогового действия радиации.
101. ФЗ "О радиационной безопасности населения". Основные принципы обеспечения безопасности. Основные гигиенические нормативы на территории РФ. Радиационные паспорта территорий и предприятий.
102. НРБ-99/2009. Основные принципы радиационного нормирования. Категории А, Б, В населения и основные пределы допустимых доз облучения от техногенных, медицинских и природных источников техногенного происхождения.
103. НРБ-99/2009. Зонирование территории при радиоактивном поражении.
104. ОСПОРБ (Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности). Общие требования к обеспечению радиационной безопасности. Категории опасности объектов, СЗЗ по категориям.
105. ОСПОРБ. Обращение с радиоактивными отходами. Виды радиоактивных отходов.
106. Типы ядерных реакторов. Характеристика реактора типа ВВЭР. Топливо, устройство ядерного реактора. Материалы, используемые для замедления нейтронов и защиты от излучения. Экологический риск. Пер-грузка топлива. Зарубежные аналоги.

107. Типы ядерных реакторов. Реактор типа РБМК. Топливо, устройство ядерного реактора. Материалы, используемые для замедления нейтронов и защиты от излучения. Экологический риск. Перегрузка топлива. Зарубежные аналоги.
108. Типы ядерных реакторов. Реакторы на быстрых нейтронах. Преимущества и недостатки.
109. Схемы ЯТЦ. Преимущества и недостатки открытого и закрытого ЯТЦ.
110. Решение проблемы радиоактивных отходов (низкой и средней активности, высокой активности). Виды радиоактивных отходов. Способы утилизации отходов.
111. Влияние биологического периода полураспада на дозу облучения от данного изотопа.
112. Аварии на ядерных реакторах.

#### **Правила выставления оценки на зачете:**

Устный ответ на зачете оценивается по 2 балльной системе.

Отметка «Зачтено» ставится, если:

- знания отличаются глубиной и содержательностью, дается полный исчерпывающий ответ, как на основные вопросы к зачету, так и на дополнительные;
- студент свободно владеет научной терминологией;
- ответ студента структурирован, содержит анализ существующих теорий, научных школ, направлений и их авторов по вопросу билета;
- логично и доказательно раскрывает проблему, предложенную для решения;
- ответ характеризуется глубиной, полнотой и не содержит фактических ошибок;
- ответ иллюстрируется примерами, в том числе из собственной практики;
- студент демонстрирует умение аргументировано вести диалог и научную дискуссию.

Отметка «незачтено» ставится, если:

- обнаружено незнание или непонимание студентом сущностной части дисциплины;
- содержание вопросов билета не раскрыто, допускаются существенные фактические ошибки, которые студент не может исправить самостоятельно;
- на большую часть дополнительных вопросов по содержанию экзамена студент затрудняется дать ответ или не дает верных ответов.

## **Приложение №2 к рабочей программе дисциплины «Радиационная безопасность»**

### **Методические указания для студентов по освоению дисциплины**

Основной формой изложения учебного материала по дисциплине являются лекции и практические занятия. Задачей курса является обобщение фактического материала, поиск общих закономерностей радиационного воздействия на биосферу.

Важной составляющей успешного освоения дисциплины является владение фактическим материалом. В лекциях рассматриваются обобщения и выявляются закономерности и индивидуальные особенности радиационного воздействия. В процессе изучения дисциплины рекомендуется регулярное повторение пройденного лекционного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо дома еще раз проработать и при необходимости дополнять информацией, полученной на консультациях, практических занятиях или из учебной литературы.

Изученный теоретический материал ложится в основу практических занятий, задачей которых является освоение методов радиационной дозиметрии и радиометрии.

Большое внимание должно быть уделено выполнению домашней работы. В качестве заданий для самостоятельной работы дома студентам предлагаются вопросы для самостоятельного изучения и решение практических задач.

Для проверки и контроля усвоения теоретического материала в течение обучения проводятся текущие опросы.

В конце семестра студенты сдают зачет. До сдачи зачета студент должен получить допуск, который требует посещения лекций и прохождения практических занятий.