

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ  
ПО ДИСЦИПЛИНЕ**  
Радиохимия и радиозэкология

**Код модуля**  
1152628(1)

**Модуль**  
Радиохимия и радиозэкология

**Екатеринбург**

Оценочные материалы составлены автором(ами):

<b>№ п/п</b>	<b>Фамилия, имя, отчество</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Подразделение</b>
1	Воронина Анна Владимировна	кандидат химических наук, доцент	Заведующий кафедрой	радиохимии и прикладной экологии

**Согласовано:**

Управление образовательных программ

Т.Г. Комарова

**Авторы:**

- Воронина Анна Владимировна, Заведующий кафедрой, радиохимии и прикладной экологии

**1. СТРУКТУРА И ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ Радиохимия и радиоэкология**

1.	Объем дисциплины в зачетных единицах	4	
2.	Виды аудиторных занятий	Лекции Лабораторные занятия	
3.	Промежуточная аттестация	Экзамен	
4.	Текущая аттестация	Контрольная работа	1
		Коллоквиум	1
		Домашняя работа	1
		Расчетная работа	1

**2. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ (ИНДИКАТОРЫ) ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ Радиохимия и радиоэкология**

Индикатор – это признак / сигнал/ маркер, который показывает, на каком уровне обучающийся должен освоить результаты обучения и их предъявление должно подтвердить факт освоения предметного содержания данной дисциплины, указанного в табл. 1.3 РПМ-РПД.

Таблица 1

Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения (индикаторы)	Контрольно-оценочные средства для оценивания достижения результата обучения по дисциплине
1	2	3
ОПК-2 -Способен самостоятельно ставить, формализовывать и решать задачи, относящиеся к профессиональной деятельности, используя методы моделирования и математического анализа	З-2 - Характеризовать сферы применения и возможности пакетов прикладных программ для решения задач профессиональной деятельности П-1 - Решать самостоятельно сформулированные практические задачи, относящиеся к профессиональной деятельности методами моделирования и математического анализа, в том	Лабораторные занятия Экзамен

	<p>числе с использованием пакетов прикладных программ</p> <p>У-2 - Использовать методы моделирования и математического анализа, в том числе с использованием пакетов прикладных программ для решения задач профессиональной деятельности</p>	
<p>ОПК-3 -Способен планировать и проводить комплексные исследования и изыскания для решения инженерных задач относящихся к профессиональной деятельности, включая проведение измерений, планирование и постановку экспериментов, интерпретацию полученных результатов</p>	<p>З-1 - Сформулировать основные принципы организации и планирования научного исследования</p> <p>З-3 - Сделать обзор основных методов статистической обработки и анализа результатов измерений</p> <p>П-1 - Выполнять в рамках поставленного задания экспериментальные комплексные научно-технические исследования и изыскания для решения инженерных задач в области профессиональной деятельности, включая обработку, интерпретацию и оформление результатов</p> <p>У-1 - Собирать и анализировать научно-техническую информацию для оптимального планирования исследования и изыскания</p> <p>У-2 - Обоснованно выбрать необходимую аппаратуру и метод исследования для решения инженерных задач, относящихся к профессиональной деятельности</p>	<p>Коллоквиум</p> <p>Лабораторные занятия</p> <p>Экзамен</p>
<p>ОПК-1 -Способен формулировать и решать научно-исследовательские, технические, организационно-экономические и комплексные задачи, применяя</p>	<p>З-1 - Соотносить проблемную область с соответствующей областью фундаментальных и общеинженерных наук</p> <p>З-2 - Привести примеры терминологии, принципов, методологических подходов и законов фундаментальных и общеинженерных наук,</p>	<p>Лекции</p> <p>Экзамен</p>

<p>фундаментальные знания</p>	<p>применимых для формулирования и решения задач проблемной области знания У-2 - Критически оценить возможные способы решения задач проблемной области, используя знания фундаментальных и общеинженерных наук</p>	
<p>ОПК-4 -Способен разрабатывать технические объекты, системы и технологические процессы в своей профессиональной деятельности с учетом экономических, экологических, социальных ограничений</p>	<p>У-1 - Предложить нестандартные варианты разработки технических объектов, систем, в том числе информационных, и технологических процессов У-4 - Провести всесторонний анализ принятых инженерных решений для выполнения разработки технических объектов, систем, в том числе информационных, и технологических процессов</p>	<p>Лабораторные занятия Лекции Экзамен</p>
<p>ОПК-5 -Способен планировать, организовывать и контролировать работы по созданию, установке и модернизации технологического оборудования и технологических процессов в сфере своей профессиональной деятельности</p>	<p>Д-1 - Демонстрировать требовательность и принципиальность в процессе контроля выполнения заданий З-1 - Изложить основные нормы и правила, регламентирующие работы по созданию, установке и модернизации технологического оборудования, технологических процессов и информационных систем З-2 - Объяснить принципы и типовой порядок планирования, организации и контроля выполнения работ по созданию, установке и модернизации технологического оборудования, технологических процессов и информационных систем З-3 - Перечислить основные разделы документов (технического задания, технических условий и т.п.), в соответствии с которыми выполняются работы по</p>	<p>Лабораторные занятия Лекции Экзамен</p>

	<p>созданию, установке и модернизации технологического оборудования, технологических процессов и информационных систем</p> <p>З-4 - Показать возможности использования цифровых технологий (создание цифровых двойников) для оптимизации работы по созданию, установке и модернизации технологического оборудования, технологических процессов и информационных систем</p> <p>П-1 - Самостоятельно составить план работ в целом по этапам создания, установки и модернизации технологического оборудования, технологических процессов и информационных систем либо отдельных этапов этой работы</p> <p>П-2 - Провести контроль выполнения заданий с учетом соответствия регламентам, срокам исполнения и материальным затратам</p> <p>У-1 - Обосновать детальный план проведения работ по созданию, установке и модернизации технологического оборудования, технологических процессов и информационных систем</p> <p>У-2 - Анализировать задания, распределять и объяснять их работникам коллектива при выполнении работ по созданию, установке и модернизации оборудования, технологических процессов и информационных систем</p> <p>У-3 - Оценивать исполнение работ по созданию, установке и модернизации технологического оборудования, технологических</p>	
--	---	--

	<p>процессов и информационных систем на соответствие регламентам</p> <p>У-4 - Использовать при необходимости техники цифрового моделирования при выполнении работ по созданию, установке и модернизации технологического оборудования, технологических процессов и информационных систем</p>	
<p>ОПК-6 -Способен планировать и организовать работы по эксплуатации технологического оборудования и обеспечению технологических процессов в сфере своей профессиональной деятельности с учетом энерго- и ресурсоэффективност и производственного цикла и продукта</p>	<p>Д-1 - Демонстрировать ответственное отношение к работе, организаторские способности</p> <p>З-1 - Перечислить основные технические параметры и технологические характеристики эксплуатируемого оборудования и реализуемых технологических процессов</p> <p>З-2 - Назвать имеющиеся ограничения режимов эксплуатации оборудования и регламенты технологических процессов</p> <p>З-3 - Объяснить принципы энерго и ресурсосбережения производственного цикла и продукта</p> <p>П-1 - Организовать в соответствии с разработанным утвержденным планом выполнение работ по эксплуатации технологического оборудования и обеспечению технологических процессов в сфере своей профессиональной деятельности</p> <p>П-2 - Предлагать и аргументированно доказывать целесообразность корректировок параметров эксплуатации оборудования и реализации технологических процессов для повышения уровня энерго и ресурсосбережения</p>	<p>Лабораторные занятия</p> <p>Лекции</p> <p>Экзамен</p>

	<p>производственного цикла и продукта</p> <p>У-1 - Технически грамотно формулировать задания по эксплуатации технологического оборудования и обеспечению технологических процессов с учетом имеющихся ограничений режимов эксплуатации оборудования и регламенты технологических процессов</p> <p>У-2 - Оценивать ход эксплуатации технологического оборудования и реализации технологических процессов на основании визуального анализа и показаний контрольно-измерительной аппаратуры</p> <p>У-3 - Обоснованно корректировать ход эксплуатации технологического оборудования и реализации технологических процессов, добиваясь повышения уровня энерго и ресурсосбережения производственного цикла и продукта</p>	
<p>ПК-2 -Способен разрабатывать и совершенствовать радиохимические технологии, выделять основные факторы, влияющие на их экологическую безопасность, прогнозировать воздействие новых технологий на окружающую среду, разрабатывать методы радиохимического анализа и оценки состояния окружающей среды по радионуклидному признаку</p>	<p>З-1 - Сформулировать физико-химические основы технологических процессов с использованием радиоактивных веществ и материалов</p> <p>У-4 - Оценивать состояние окружающей среды по радионуклидному признаку</p> <p>У-5 - Оценивать экологическую безопасность действующих технологий с использованием радиоактивных веществ и материалов, а также прогнозировать воздействие новых радиохимических технологий на окружающую среду</p>	<p>Коллоквиум</p> <p>Контрольная работа</p> <p>Лабораторные занятия</p> <p>Лекции</p> <p>Расчетная работа</p> <p>Экзамен</p>
<p>ПК-5 -Способен осуществлять технологические</p>	<p>З-1 - Разбираться в нормативных требованиях к организации работы с</p>	<p>Домашняя работа</p> <p>Коллоквиум</p> <p>Лабораторные занятия</p>



<p>процессы с использованием радиоактивных и ядерных материалов, обращение с радиоактивными отходами, проводить радиометрические, спектрометрические измерения технологического сырья и продуктов, осуществлять радиохимический анализ</p>	<p>радиоактивными веществами, нормах и правилах обеспечения радиационной безопасности  З-3 - Объяснить теоретические основы методов дозиметрии, радиометрии и спектрометрии ионизирующих излучений  П-1 - Иметь навыками практической работы с радиоактивными веществами и материалами  П-2 - Проводить радиометрические и спектрометрические измерения, статистическую обработку полученных результатов</p>	<p>Лекции  Экзамен</p>
<p>ПК-1 -Способен планировать и проводить научные исследования, в том числе с использованием радиоактивных веществ и материалов, решать научно-исследовательские и опытно-конструкторские задачи области радиохимических технологий, методов и технологий обеспечения их радиационной и экологической безопасности, использовать современное технологическое и аналитическое оборудование для исследования веществ и материалов, анализировать полученные результаты</p>	<p>З-1 - Сформулировать научную проблематику в области радиохимии, радиоэкологии и радиохимических технологий  З-4 - Характеризовать нормативные требования к организации работы с радиоактивными веществами, нормы и правила обеспечения радиационной безопасности  П-4 - Рассчитывать распад и накопления радионуклидов в природных и технических системах  У-3 - Использовать современное технологическое и аналитическое оборудование для исследования веществ и материалов, анализировать полученные результаты</p>	<p>Коллоквиум  Лабораторные занятия  Лекции  Расчетная работа  Экзамен</p>
<p>ПК-7 -Способен применять современные методы исследования, ставить и решать научно-</p>	<p>У-2 - Использовать современное технологическое и аналитическое оборудование для исследования веществ и</p>	<p>Домашняя работа  Лабораторные занятия  Лекции  Экзамен</p>

исследовательские задачи в области природозащитных технологий, исследовать и прогнозировать поведение поллютантов в окружающей среде, анализировать полученные результаты	материалов, анализировать полученные результаты У-3 - Проводить научно-исследовательские работы, в том числе с использованием радиоактивных веществ и материалов	
УК-7 -Способен обрабатывать, анализировать, передавать данные и информацию с использованием цифровых средств для эффективного решения поставленных задач с учетом требований информационной безопасности	З-3 - Сделать обзор современных цифровых средств и технологий, используемых для обработки, анализа и передачи данных при решении поставленных задач П-2 - Решать поставленные задачи, используя эффективные цифровые средства и средства информационной безопасности У-2 - Выбирать современные цифровые средства и технологии для обработки, анализа и передачи данных с учетом поставленных задач	Лабораторные занятия Лекции Экзамен

### 3. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ В БАЛЬНО-РЕЙТИНГОВОЙ СИСТЕМЕ (ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА БРС)

#### 3.1. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине

<b>1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0.60</b>		
<b>Текущая аттестация на лекциях</b>	<b>Сроки – семестр, учебная неделя</b>	<b>Максимальная оценка в баллах</b>
<i>контрольная работа</i>	1,8	30
<i>расчетная работа</i>	1,8	50
<i>работа на лекции</i>	1,8	20
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0.40</b>		
<b>Промежуточная аттестация по лекциям – экзамен</b>		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0.60</b>		
<b>2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – не предусмотрено</b>		

Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям– <b>не предусмотрено</b>		
Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям– <b>нет</b> Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям– <b>не предусмотрено</b>		
<b>3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий –0.40</b>		
Текущая аттестация на лабораторных занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>выполнение лабораторных работ</i>	1,15	20
<i>коллоквиум на лабораторных работах</i>	1,15	30
<i>подготовка отчёта по лабораторным работам</i>	1,16	20
<i>домашняя работа</i>	1,16	30
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям - <b>1.00</b>		
Промежуточная аттестация по лабораторным занятиям – <b>нет</b> Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лабораторным занятиям – <b>0.00</b>		
<b>4. Онлайн-занятия: коэффициент значимости совокупных результатов онлайн-занятий –не предусмотрено</b>		
Текущая аттестация на онлайн-занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по онлайн-занятиям - <b>не предусмотрено</b>		
Промежуточная аттестация по онлайн-занятиям – <b>нет</b> Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по онлайн-занятиям – <b>не предусмотрено</b>		

### 3.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы/проекта

Текущая аттестация выполнения курсовой работы/проекта	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Весовой коэффициент текущей аттестации выполнения курсовой работы/проекта– <b>не предусмотрено</b>		
Весовой коэффициент промежуточной аттестации выполнения курсовой работы/проекта– защиты – <b>не предусмотрено</b>		

## 4. КРИТЕРИИ И УРОВНИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ

4.1. В рамках БРС применяются утвержденные на кафедре/институте критерии (признаки) оценивания достижений студентов по дисциплине модуля (табл. 4) в рамках контрольно-оценочных мероприятий на соответствие указанным в табл.1 результатам обучения (индикаторам).

Таблица 4

**Критерии оценивания учебных достижений обучающихся**

<b>Результаты обучения</b>	<b>Критерии оценивания учебных достижений, обучающихся на соответствие результатам обучения/индикаторам</b>
Знания	Студент демонстрирует знания и понимание в области изучения на уровне указанных индикаторов и необходимые для продолжения обучения и/или выполнения трудовых функций и действий, связанных с профессиональной деятельностью.
Умения	Студент может применять свои знания и понимание в контекстах, представленных в оценочных заданиях, демонстрирует освоение умений на уровне указанных индикаторов и необходимых для продолжения обучения и/или выполнения трудовых функций и действий, связанных с профессиональной деятельностью.
Опыт /владение	Студент демонстрирует опыт в области изучения на уровне указанных индикаторов.
Другие результаты	Студент демонстрирует ответственность в освоении результатов обучения на уровне запланированных индикаторов. Студент способен выносить суждения, делать оценки и формулировать выводы в области изучения. Студент может сообщать преподавателю и коллегам своего уровня собственное понимание и умения в области изучения.

4.2 Для оценивания уровня выполнения критериев (уровня достижений обучающихся при проведении контрольно-оценочных мероприятий по дисциплине модуля) используется универсальная шкала (табл. 5).

Таблица 5

**Шкала оценивания достижения результатов обучения (индикаторов) по уровням**

<b>Характеристика уровней достижения результатов обучения (индикаторов)</b>				
<b>№ п/п</b>	<b>Содержание уровня выполнения критерия оценивания результатов обучения (выполненное оценочное задание)</b>	<b>Шкала оценивания</b>		
		<b>Традиционная характеристика уровня</b>		<b>Качественная характеристика уровня</b>
1.	Результаты обучения (индикаторы) достигнуты в полном объеме, замечаний нет	Отлично (80-100 баллов)	Зачтено	Высокий (В)
2.	Результаты обучения (индикаторы) в целом достигнуты, имеются замечания, которые не требуют обязательного устранения	Хорошо (60-79 баллов)		Средний (С)

3.	Результаты обучения (индикаторы) достигнуты не в полной мере, есть замечания	Удовлетворительно (40-59 баллов)		Пороговый (П)
4.	Освоение результатов обучения не соответствует индикаторам, имеются существенные ошибки и замечания, требуется доработка	Неудовлетворительно (менее 40 баллов)	Не зачтено	Недостаточный (Н)
5.	Результат обучения не достигнут, задание не выполнено	Недостаточно свидетельств для оценивания		Нет результата

## 5. СОДЕРЖАНИЕ КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ

### 5.1. Описание аудиторных контрольно-оценочных мероприятий по дисциплине модуля

#### 5.1.1. Лекции

Самостоятельное изучение теоретического материала по темам/разделам лекций в соответствии с содержанием дисциплины (п. 1.2. РПД)

#### 5.1.2. Лабораторные занятия

Примерный перечень тем

1. Идентификация  $\beta$ -излучающих радионуклидов путем анализа кривых ослабления
  2. Определение удельной активности проб почвы методами  $\beta$ -радиометрии и  $\gamma$ -спектрометрии
  3. Применение статистических методов для обработки радиометрических результатов
  4. Экспрессный радиохимический анализ водных сред с применением сорбционного концентрирования
  5. Определение  $^{222}\text{Rn}$  и продуктов его распада в питьевой воде
- LMS-платформа – не предусмотрена

### 5.2. Описание внеаудиторных контрольно-оценочных мероприятий и средств текущего контроля по дисциплине модуля

Разноуровневое (дифференцированное) обучение.

#### Базовый

##### 5.2.1. Контрольная работа

Примерный перечень тем

1. Контрольная работа по разделу "Радиохимия"

Примерные задания

Билет для выполнения контрольной работы включает 1 теоретический вопрос и 1 задачу.

Примерный перечень теоретических вопросов в составе контрольной работы:

1. Виды радиоактивного распада, схемы радиоактивного распада, правила изображения.

2. Основной закон радиоактивного распада. Интегральная и дифференциальная формы основного закона радиоактивного распада.
3. Активность радиоактивных препаратов. Связь активности радионуклида с его массой. Определение периода полураспада (постоянной распада).
4. Последовательный радиоактивный распад.
5. Подвижное радиоактивное равновесие: условие установления, время установления, отношение активностей после установления равновесия.
6. Вековое равновесие: условие и следствие установления, время установления.
7. Радиоактивное семейство, включающее несколько радионуклидов. Формула Бейтмена.
8. Природные радиоактивные семейства.
9. Классификация радионуклидов. Естественные и искусственные радионуклиды.
10. Продукты деления. Распределение масс продуктов деления. Распределение заряда ядер при делении. Радиоактивные цепочки продуктов деления. Элементный состав продуктов деления.
11. Взаимодействие альфа-частиц и других тяжелых заряженных частиц с веществом.
12. Взаимодействие бета-частиц с веществом. Количественные закономерности ослабления бета-излучения.
13. Взаимодействие электромагнитного излучения с веществом. Количественные закономерности ослабления гамма-излучения.
14. Взаимодействие нейтронов с веществом.
15. Классификация детекторов ионизирующих излучений. Скорость счета. Коэффициент счетности (эффективность регистрации). Фон и разрешающее время счетчиков. Газовые ионизационные детекторы.
16. Полупроводниковые и сцинтилляционные детекторы. Преимущества и недостатки, области их применения.
17. Спектрометрия ядерных излучений.
18. Качественный и количественный анализ методом гамма-спектрометрии.
19. Источники погрешностей, систематические и случайные погрешности, грубые промахи.
20. Обработка результатов прямых радиометрических измерений
21. Оценка результатов косвенных измерений.
22. Основы дозиметрии и радиационной безопасности. Поглощенная, эквивалентная, эффективная доза. Биологическое действие излучений. Облучение внешнее и внутреннее. Детерминированные и стохастические эффекты.
23. Радиотоксикологические параметры, принимаемые во внимание при установлении норм радиационной безопасности. Понятие критического органа. Принципы радиационной безопасности. Нормы радиационной безопасности.
24. Средства и методы защиты от ионизирующих излучений.  
Примерные задачи в составе контрольной работы:
  1. Построить схему распада радионуклида, если указаны вид распада, энергия частиц и квантов.
  2. Определить массу радионуклида, если известна его активность.
  3. Определить время установления равновесия в генетически связанной паре радионуклидов
  4. Рассчитать активность радионуклида, если известна его масса.

Пример теста в составе контрольной работы во вложении.

LMS-платформа – не предусмотрена

### 5.2.2. Коллоквиум

Примерный перечень тем

1. Идентификация  $\beta$ -излучающих радионуклидов путем анализа кривых ослабления
2. Определение удельной активности проб почвы методами  $\beta$ -радиометрии и  $\gamma$ -спектрометрии
3. Применение статистических методов для обработки радиометрических результатов
4. Экспрессный радиохимический анализ водных сред с применением сорбционного концентрирования
5. Определение  $^{222}\text{Rn}$  и продуктов его распада в питьевой воде

Примерные задания

Примерный перечень вопросов по теме "Определение  $^{222}\text{Rn}$  и продуктов его распада в питьевой воде"

1. Будет ли наблюдаться вековое равновесие между  $^{222}\text{Rn}$  и его короткоживущими ДПР, если радонсодержащую воду выдержать в закрытой таре в течение 3 суток? Каково должно быть минимальное время выдержки воды для установления радиоактивного равновесия?
2. Согласно НРБ-99/2009 уровень вмешательства для альфаизлучателей в питьевой воде при неизвестном радионуклидном составе принят равным 0,2 Бк/л, тогда как для  $^{222}\text{Rn}$  он составляет 60 Бк/л, т. е. в 300 раз больше. С чем это связано?
3. Можно ли определять радон в воде по его собственному альфа-излучению? По дочерним изотопам  $^{218}\text{Po}$  и  $^{218}\text{At}$ ? По накопленному  $^{210}\text{Pb}$ ? По стабильному свинцу, накопившемуся в результате распада радона? Ответы аргументировать расчетами.
4. Среди гамма-линий  $^{214}\text{Bi}$  есть линии 1120,3 кэВ (выход 14,8 %) и 1764,5 кэВ (выход 15,36 %). Какая из этих линий была бы более удобна для определения радона и почему?
5. Насколько правомерно использовать  $^{137}\text{Cs}$  (661 кэВ) для определения эффективности регистрации для  $^{214}\text{Bi}$  (609 кэВ)? Завышен или занижен будет конечный результат?
6. Эффективность регистрации  $^{137}\text{Cs}$  для геометрии Маринелли составляет примерно 1,5%, а для точечной геометрии — примерно 5%. Какой смысл использовать для измерения геометрию Маринелли, если она обеспечивает меньшую эффективность регистрации?
7. Какие меры могут быть приняты для снижения удельной активности радона в питьевой воде? Достоинства и недостатки различных схем, применяемых для снижения активности радона в питьевой вод

LMS-платформа – не предусмотрена

### 5.2.3. Домашняя работа

Примерный перечень тем

1. Домашняя работа по разделу "Радиоэкология"

Примерные задания

1. Радионуклиды в пищевых продуктах: загрязнение и нормативы.

2. Накопление радионуклидов в сельскохозяйственных растениях.
3. Накопление радионуклидов в ягодах и грибах.
4. Накопления радионуклидов в водных пищевых цепях.
5. Природные и искусственные радионуклиды в питьевой воде: загрязнение и нормативы.
6. Загрязнение природных водоёмов искусственными радионуклидами.
7. Накопление радионуклидов в почвах.

LMS-платформа – не предусмотрена

#### 5.2.4. Расчетная работа

Примерный перечень тем

1. Радиоактивный распад, генетически связанные радионуклиды, взаимодействие излучения с веществом, статистическая обработка результатов измерений

Примерные задания

##### БИЛЕТ 1

1 Построить схему распада радионуклида  $^{228}\text{Th}$  по следующим данным. Энергия  $\alpha$ -частиц составляет 5,421 (71%); 5,338 (28%); 5,208 (0,4%); 5,173 (0,2%) и 5,137 (0,039%) МэВ. Энергия  $\gamma$ -квантов - 0,213; 0,201; 0,165; 0,130 и 0,083 МэВ. Полная энергия распада 5,421 МэВ.

2 Определить массу  $^{238}\text{U}$  ( $T_{1/2} = 4,5 \cdot 10^9$  лет).

3 Рассчитать активность  $\text{Sr-90}$  на момент приготовления раствора, если через 2 года в нем обнаружен 10 мкг  $\text{Zr-90}$ .

4 Как изменится скорость счета препарата  $^{14}\text{C}$  ( $E_{\max}=0,156$  МэВ), если расстояние от препарата до детектора увеличится с 0,5 до 2 см:  $\mu=265\text{см}^2/\text{г}$ ,  $\text{гвозд}=1,2\text{ мг}/\text{см}^3$ .

5 Определить отягощена ли предложенная выборка результатов измерения активности грубыми погрешностями: 1925, 1743, 1756, 1907, 2187, 1686, 1518, 1848 (имп./мин).

##### БИЛЕТ 2

1 Постройте схему распада  $^{60}\text{Co}$  ( $T_{1/2} = 5,27$  года), претерпевающего бета--распад (99,89%) с энергией 318 кэВ с испусканием гамма-квантов с энергиями 1173 (99,89%) и 1333 (99,98%) кэВ.

2 Определите активность 2 г  $\text{Lu}_2\text{O}_3$ . Период полураспада  $^{176}\text{Lu}$  равен  $3,6 \cdot 10^{10}$  лет, его массовая доля в природной смеси изотопов 2,59 %.

3 Рассчитать концентрацию иттрия-90 в растворе, содержащем  $\text{Sr-90}$  активности 104 Бк/л. Возраст раствора- 1 месяц.

4 Определить  $R_{\max}$  в алюминии  $\beta$ -частиц, испускаемых  $^{35}\text{S}$  ( $E_{\max}=0,167$  МэВ).

5 Определить погрешность определения активности радиоактивного препарата с использованием радиометрической установки, если относительная погрешность  $\delta K_p = 0,015$ , относительная погрешность определения скорости счета  $\delta I = 0,03$ .

LMS-платформа – не предусмотрена

#### 5.3. Описание контрольно-оценочных мероприятий промежуточного контроля по дисциплине модуля



### 5.3.1. Экзамен

Список примерных вопросов

1. Элементарные частицы и их основные характеристики. Виды радиоактивного распада, схемы радиоактивного распада, правила изображения.
2. Основной закон радиоактивного распада. Интегральная и дифференциальная формы основного закона радиоактивного распада. Период полураспада. Связь активности радионуклида с его массой.
3. Последовательный радиоактивный распад. Анализ временных зависимостей связывающих число радиоактивных атомов и активность дочернего радионуклида.
4. Вековое радиоактивное равновесие: необходимые и достаточные условия его достижения. Время достижения векового равновесия. Случай отсутствия радиоактивного равновесия.
5. Подвижное радиоактивное равновесие: необходимые и достаточные условия его достижения. Время установления подвижного равновесия.
6. Радиоактивное семейство, включающее несколько радионуклидов. Формула Бейтмена.
7. Взаимодействие электромагнитного излучения с веществом. Фотоэлектрический эффект. Эффект Комптона. Образование электронно-позитронных пар. Экспоненциальный закон ослабления электромагнитного излучения. Коэффициент ослабления, его составляющие.
8. Взаимодействие бета-частиц с веществом. Потеря энергии электронами при прохождении их через вещество. Количественные закономерности ослабления бета-излучения. Линейный и массовый коэффициенты ослабления, слой половинного ослабления.
9. Взаимодействие альфа-частиц и других тяжелых заряженных частиц с веществом.
10. Взаимодействие нейтронов с веществом.
11. Продукты деления. Распределение масс продуктов деления. Распределение заряда ядер при делении. Радиоактивные цепочки продуктов деления. Элементный состав продуктов деления.
12. Классификация детекторов ионизирующих излучений. Скорость счета. Коэффициент счетности (эффективность регистрации). Фон и разрешающее время счетчиков. Газовые ионизационные детекторы.
13. Полупроводниковые и сцинтилляционные детекторы. Преимущества и недостатки, области их применения.
14. Спектрометрия ядерных излучений. Цель метода, особенности спектров излучения ядерных частиц и фотонов. Аппаратурный спектр и его особенности. Качественный и количественный анализы спектров.
15. Источники погрешностей, систематические и случайные погрешности, грубые промахи.
16. Обработка результатов прямых радиометрических измерений
17. Оценка результатов косвенных измерений
18. Основы дозиметрии и радиационной безопасности. Поглощенная, эквивалентная, эффективная доза. Биологическое действие излучений. Облучение внешнее и внутреннее. Детерминированные и стохастические эффекты. Нормы радиационной безопасности. Обеспечение радиационной безопасности персонала и населения.

19. Средства и методы защиты от ионизирующих излучений.
  20. Космическое излучение. Классификация радионуклидов присутствующих в биосфере.
  21. Природные радиоактивные семейства. Радиоэкологическая роль радионуклидов природных семейств.
  22. Источники и радиоэкологическая роль естественных радионуклидов. Природное и техногенное рассеяние естественных радионуклидов.
  23. Искусственные источники ионизирующих излучений.
  24. Ионизирующие излучения в медицине.
  25. Ядерный топливный цикл. Радиоэкологические проблемы ЯТЦ в штатном режиме работы.
  26. Крупнейшие аварии, сопровождающиеся выбросом радионуклидов в окружающую среду. Оценка последствий и предотвращение радиационных аварий.
  27. Радиоактивное загрязнение окружающей среды в результате ядерных взрывов в мирных и военных целях
  28. Накопление и миграция радионуклидов в водоёмах. Влияние на биогеохимическое поведение радиоактивных микрокомпонентов гидрологических факторов, химических свойств радионуклидов, химических свойств и состава воды
  29. Миграция радионуклидов в атмосфере. Процессы переноса и удаления из атмосферы (вымывание с осадками, сухое выпадение). Моделирование переноса радионуклидов в атмосфере.
  30. Миграции радионуклидов в почве. Влияние состава твёрдой фазы на миграцию радионуклидов в окружающей среде. Сорбция радионуклидов природными алюмосиликатами. Роль гуминовых и фульвокислот в миграции радионуклидов.
  31. Накопление радионуклидов в биоте. Коэффициент накопления. Поглощение и распределение радионуклидов в растениях. Перенос радионуклидов в тело животных и включение их в метаболизм. Радиоэкологически значимые радионуклиды в пищевых цепях
  32. Радиационно-химические эффекты. Физико-химические основы процессов радиолиза. Радиолиз воды и водных растворов.
  33. Действие ионизирующих излучений на органические вещества. Изменение свойств ионитов в результате радиационно-химических процессов.
  34. Особенности радиационных превращений в твердых веществах. Дефекты в кристаллической решетке, зарядение твёрдых веществ в результате облучения, влияние ионизирующего излучения на кинетику растворения твёрдых тел, изменение поверхности твёрдых тел под действием облучения.
  35. Особенности радиационных превращений в твердых веществах. Влияние облучения на коррозию реакторных материалов. Авторадиолиз.
- LMS-платформа – не предусмотрена

#### **5.4 Содержание контрольно-оценочных мероприятий по направлениям воспитательной деятельности**

Направления воспитательной деятельности сопрягаются со всеми результатами обучения компетенций по образовательной программе, их освоение обеспечивается содержанием всех дисциплин модулей.

