



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
**Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «КГУ»)**

АКТУАЛИЗИРОВАНО
решением ученого совета ИАТЭ
протокол №9 от 28.04.2026

УТВЕРЖДАЮ
Директор ИАТЭ



Подписан: ФГБОУ ВО «КГУ»,
КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
Владелец: Гапоненко Сергей Олегович,
Директор института атомной и тепловой энергетики,
Сертификат: 22106E380CE806A24F5558F0019C947E
Действителен с 25.02.2026 по 27.02.2027

_____ С.О.Гапоненко
« 18 » марта 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Радиоизотопы

Специальность	<u>14.05.02 Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг</u>
Специализация	<u>Радиационная безопасность атомных станций</u>
Квалификация	<u>Специалист</u>

г. Казань, 2025

Программу разработал(и):

Наименование кафедры	Должность, уч.степень, уч.звание	ФИО разработчика
Автономная распределенная энергетика и химия	Доцент, к.х.н., доцент	Гайнутдинова Д.Ф.
Автономная распределенная энергетика и химия	Ассистент	Гайнутдинов Ф.Р.
Автономная распределенная энергетика и химия	Зав. каф АРЭ, д.т.н., доцент	Филимонова А.А.
Автономная распределенная энергетика и химия	Профессор, д.х.н., профессор	Чичиров А.А.

Согласование	Наименование подразделения	Дата	№ протокола	Подпись
Одобрена	АРЭ	07.03.2025	11	_____ Зав.каф., д.т.н., проф. Филимонова А.А..
Согласована	АТЭС	10.03.2025	12-24/25	_____ Зав.каф., д.х.н., проф. Чичирова Н. Д.
Согласована	Учебно- методический совет ИАТЭ	18.03.2025	2	_____ Директор, к.т.н., доц. Гапоненко С.О.
Одобрена	Ученый совет ИАТЭ	18.03.2025	2	_____ Директор, к.т.н., доц. Гапоненко С.О.

1. Цель, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

(Цель и задачи освоения дисциплины, соответствующие цели ОП)

Целью дисциплины «Радиоизотопы» является формирование у студентов теоретических основ радиоизотопной техники и их применения в атомной энергетике, изучение физических и химических свойств радиоизотопов, их получения и использования в различных технологических процессах. Важной целью является понимание роли радиоизотопов в атомной энергетике, овладение методами работы с радиоизотопами, безопасное обращение и контроль, приобретение навыков анализа и интерпретации данных, полученных с использованием радиоизотопов.

Задачи дисциплины направлены на изучение классификации и характеристик радиоизотопов, их источников и способов получения, освоение методов измерения и контроля радиоактивности и радиохимического анализа. Инженерные задачи включают проектирование систем мониторинга и контроля радиоактивности на атомных станциях и разработку рекомендаций по улучшению радиационной безопасности при использовании радиоизотопов.

Компетенции и индикаторы, формируемые у обучающихся:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора
ПК-2. Использует знания технологических процессов при проведении ядерно и радиационно опасных работ, отраслевых норм и правил для оценки условий эксплуатации АЭС	ПК-2.1 Демонстрирует готовность к обеспечению радиационной безопасности персонала АЭС и населения при получении и обработке информации о контролируемых параметрах, характеризующих радиационное состояние АЭС и окружающей среды
	ПК-2.2 Способен проводить измерения и оценивать соответствие контролируемых параметров ионизирующего излучения требованиям охраны труда, производственной санитарии, норм и правил экологической, радиационной безопасности и взрывоопасности

2. Место дисциплины в структуре ОП

Предшествующие дисциплины (модули), практики, НИР, др. _

Химия

Теория переноса нейтронов

Физика
 Механика жидкостей и газов
 Последующие дисциплины (модули), практики, НИР, др. _____
 Учет и контроль ядерных материалов и радиоактивных веществ
 Защита от ионизирующего излучения. Радиационная безопасность населения и окружающей среды
 Методы и средства радиационной безопасности
 Современные технологии ядерного топливного цикла
 Неразрушающий анализ ядерных материалов и радиоактивных веществ
 Безопасное обращение и захоронение радиоактивных отходов и отработанного ядерного топлива
 Инструментальные методы контроля ионизирующего излучения
 Радиационный контроль на АЭС
 Современные экспериментальные исследования ядерной физики и энергетики

Аварийная готовность и реагирование

3. Структура и содержание дисциплины

3.1. Структура дисциплины

Для очной формы обучения

Вид учебной работы	Всего ЗЕ	Всего часов	Семестр
			5
ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ	5	180	180
КОНТАКТНАЯ РАБОТА*	3,11	112	112
АУДИТОРНАЯ РАБОТА	2,28	82	82
Лекции	0,94	34	34
Практические (семинарские) занятия	0,67	24	24
Лабораторные работы	0,67	24	24
САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ	2,72	98	98
Проработка учебного материала	0,64	26	26
Курсовой проект	-	-	-
Курсовая работа	1	36	36
Подготовка к промежуточной аттестации		Э	Э
Промежуточная аттестация:		КР	КР

3.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам и видам занятий

Разделы дисциплины	Всего часов	Распределение трудоемкости по видам учебной работы	Формы и вид	Индексы индикаторов формируемых
--------------------	-------------	--	-------------	---------------------------------

		лекции	лаб. раб.	пр. зан.	сам. раб.	контроля	компетенций
Раздел 1	36	12	8	8	8	ТК1	ПК-2.1. -3 –У- В ПК-2.2. 3.-У-В
Раздел 2	36	12	8	8	8	ТК2	ПК-2.1. -3 –У- В ПК-2.2. 3.-У-В
Раздел 3	36	10	8	8	10	ТК3	ПК-2.1. -3 –У- В ПК-2.2. 3.-У-В
Курсовая работа	36					ОМкр	ПК-2.1. -3 –У- В ПК-2.2. 3.-У-В
Экзамен	36				36	ОМ 1	ПК-2; ПК-2.1; ПК-2.2
Итого за 5 семестр	180	34	24	16	62		
ИТОГО	180	34	24	16	62		

3.3. Содержание дисциплины

Раздел 1. Основы радиоизотопной техники

Тема 1.1 Свойства радиоизотопов и изотопные эффекты.

Радиоизотоп. Радиоактивность. Различия между стабильными и радиоактивными изотопами. Способность некоторых атомных ядер самопроизвольно распадаться с испусканием частиц и энергии. Характеристики радиоизотопов: период полураспада, тип излучения, энергия излучения, происхождение, применение, токсичность и радиационная опасность, физические и химические свойства. Полураспад радиоактивных ядер в образце. Активность изотопа. Число распадов в единицу времени. Принципы радиоактивного распада и его типы. Альфа-распад. Бета-распад. Гамма-излучение. Материал, содержащий радиоизотопы и испускающий ионизирующее излучение. Детектор излучения. Сцинтилляция. Геигер-Мюллеровский счетчик. Спектрометрия. Изотопное обогащение.

Тема 1.2. Применение радиоизотопов в атомной энергетике. Исторический обзор использования радиоизотопов в различных отраслях: влияние на развитие атомных станций. Уран-235 (U-235), Плутоний-239 (Pu-239), Уран-238 (U-238), Торий-232 (Th-232) – роль радиоизотопов в процессе ядерного деления для выработки энергии. Применение радиоизотопов в изучении процессов коррозии и материаловедения: обеспечение долговечности оборудования атомных станций. Радиоактивное загрязнение. Радиометрия. Калориметрия – метод измерения энергии, выделяемой при радиоактивных распадах. Нейтронная активация. Радиоизотопная диагностика. Радиоизотопные индикаторы. Радиоактивные изотопы, используемые для отслеживания химических процессов. Влияние радиоизотопов на почвенные экосистемы и сельское хозяйство: мониторинг вблизи атомных станций.

Радиоизотопный генератор. Устройство для получения короткоживущих радиоизотопов из более долгоживущих. Комплекс мер, направленных на защиту людей и окружающей среды от вредного воздействия ионизирующего излучения.

Раздел 2. Методы работы с радиоизотопами

Тема 2.1 Безопасное обращение с радиоизотопами. Комплекс мер и

процедур, направленных на предотвращение радиационного воздействия на персонал и окружающую среду при работе с радиоактивными материалами. Принципы и правила, обеспечивающие защиту от вредного воздействия ионизирующего излучения. Мониторинг уровня радиации и обеспечение безопасности на рабочих местах, где используются радиоизотопы. Техники, применяемые для изучения химических свойств радиоактивных веществ и их разделения.

Тема 2.2 Методы выделения и разделения радиоизотопов. Научные принципы, лежащие в основе химии радиоактивных элементов и изотопов. Техника разделения изотопов. Методы, используемые для разделения и обогащения изотопов в смесях. Применение радиохимических методов в исследованиях. Использование радиохимии для изучения и анализа различных процессов и материалов. Исследовательские работы, проводимые для изучения характеристик и применения радиоактивных изотопов.

Раздел 3. Радиоизотопы и радиационная безопасность

Тема 3.1 Радионуклиды Углерод-14(C-14), Йод-131 (I-131), Кобальт-60 (Co-60), Технеций-99m (Tc-99m), Стронций-90 (Sr-90), Цезий-137 (Cs-137), Америций-241 (Am-241), Полоний-210 (Po-210), Иридий-192 (Ir-192) способы получения и применение. Принципы радиационной защиты. Техники и средства, используемые для ограничения или предотвращения воздействия радиации, включая экранирование, дистанцию и время. Нормативные документы и стандарты радиационной безопасности. Официальные руководства и требования, регулирующие безопасное использование радиоизотопов и радиационной техники. Системы мониторинга радиоактивности.

Тема 3.2 Комплексы оборудования и процедур для постоянного контроля уровня радиации в различных средах и на объектах. Процесс создания и настройки систем для эффективного контроля и измерения радиационного фона. Эксплуатация систем мониторинга. Практическое использование и обслуживание оборудования для контроля радиации. Методы контроля радиационного фона. Минимизация радиационного риска. Методы оценки радиационного воздействия. Научные подходы к измерению и анализу влияния радиоактивности на живые организмы и экосистемы. Разработка мер по минимизации радиационного риска. Создание стратегий и процедур для уменьшения потенциальных угроз, связанных с использованием радиоизотопов на атомных станциях.

3.4. Тематический план практических занятий

1. Определение периода полураспада радиоизотопа.
2. Расчет активности радиоизотопного источника.
3. Моделирование процессов радиоактивного распада.
4. Оценка дозы облучения от радиоизотопного источника.
5. Расчет экранирования для защиты от излучения.
6. Определение оптимального времени работы с радиоизотопами.
7. Расчет распределения изотопов в радиохимическом анализе.

8. Оценка дозы облучения при аварийных ситуациях.
9. Расчет допустимых уровней радиационного воздействия на персонал и население в соответствии с действующими нормативами.
10. Моделирование распространения радиоактивных веществ в атмосфере или воде при аварийной ситуации.
11. Оценка радиационного риска для различных сценариев на атомной станции.
12. Расчет эффективности систем радиационного мониторинга

3.5. Тематический план лабораторных работ

1. Изучение свойств альфа-, бета- и гамма-излучений.
2. Калибровка детектора излучения и оценка его эффективности при измерении активности различных радиоизотопов.
3. Определение состава изотопной смеси методом спектрометрии.
4. Измерение фона радиоактивности.
5. Работа с радиохимическими индикаторами.
6. Изучение методов детектирования радиоактивности.
7. Проведение радиохимического анализа.
8. Оценка эффективности средств индивидуальной защиты.
9. Калибровка и проверка дозиметров.
10. Мониторинг радиационного фона в лабораторных условиях.
11. Изучение методов деконтаминации поверхностей, загрязненных радиоактивными материалами.
12. Оценка защитных свойств различных материалов при экранировании источников ионизирующего излучения.

3.6. Курсовой проект /курсовая работа

Примерные темы курсовых работ:

1. Исследование радиоизотопного метода датировки в геологии и археологии: роль в оценке долговечности материалов атомных станций.
2. Применение радиоизотопов в гидрологии для изучения водных ресурсов: мониторинг водообеспечения атомных станций.
3. Использование радиоизотопов в криминалистике и судебной экспертизе: расследование инцидентов на атомных станциях.
4. Радиоизотопы в космических исследованиях: использование и безопасность, параллели с атомными станциями.
5. Разработка методов утилизации радиоактивных отходов: инновационные подходы для атомных станций.
6. Применение радиоизотопов в изучении процессов коррозии и материаловедения: обеспечение долговечности оборудования атомных станций.
7. Радиоизотопы в биологических исследованиях: использование в оценке воздействия атомных станций на окружающую среду.
8. Влияние радиоизотопов на морские экосистемы и их обитателей: оценка воздействия выбросов атомных станций.
9. Использование радиоизотопов в пищевой промышленности для стерилизации продуктов: безопасность в зонах, прилегающих к атомным

станциям.

10. Исследование роли радиоизотопов в климатологии и изучении изменения климата: оценка вклада атомных станций в углеродный след.

11. Разработка новых радиоизотопных технологий для медицинской визуализации: использование на базе атомных станций.

12. Экономические аспекты производства и использования радиоизотопов: влияние на экономику регионов с атомными станциями.

13. Применение радиоизотопов в энергетике: перспективы и вызовы для атомных станций.

14. Исследование взаимодействия радиоизотопов с наноматериалами: потенциал для улучшения безопасности атомных станций.

15. Влияние радиоизотопов на почвенные экосистемы и сельское хозяйство: мониторинг вблизи атомных станций.

16. Радиоизотопы в ядерной медицине: новые подходы и технологии, разрабатываемые на базе атомных станций.

17. Анализ радиационного воздействия на авиацию и космические аппараты: уроки для атомных станций.

18. Исторический обзор использования радиоизотопов в различных отраслях: влияние на развитие атомных станций.

19. Радиоизотопы в экстренной медицине: подготовка и реагирование на радиационные инциденты на атомных станциях.

20. Применение радиоизотопов в химической и нефтехимической промышленности: опыт для повышения эффективности атомных станций.

4. Оценивание результатов обучения

Оценивание результатов обучения по дисциплине осуществляется в рамках текущего контроля и промежуточной аттестации, проводимых по балльно-рейтинговой системе (БРС).

Шкала оценки результатов обучения по дисциплине:

Код компетенции	Код индикатора компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Уровень сформированности индикатора компетенции			
			Высокий	Средний	Ниже среднего	Низкий
			от 85 до 100	от 70 до 84	от 55 до 69	от 0 до 54
			Шкала оценивания			
			отлично	хорошо	удовлетворительно	неудовлетворительно
			зачтено			не зачтено
ПК-2	ПК-2.1 Демонстрирует готовность к обеспечению радиационно	знать:				
		основы радиоизотопной техники, физические и химические свойства	Уровень знаний в объеме, соответствующем программ	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе	Минимально допустимый уровень знаний,	Уровень знаний ниже минимальных требований

	й безопасност и персонала АЭС и населения при получении и обработке информации о контролируе мых параметрах, характеризу ющих радиационно е состояние АЭС и окружающе й среды	радиоизотопов; процессы радиоактивног о распада и типов излучения (альфа, бета, гамма); принципы и методы защиты от ионизирующег о излучения; нормативные документы и стандарты, регулирующие радиационную безопасность на АЭС, системы и технологии для контроля радиационного фона	е подготовк и, без ошибок	, имеет место несколько негрубых ошибок	имеет место много негрубых ошибок	ий, имеют место грубые ошибки
	уметь:					
	Уметь проводить измерения с использование м радиоизотопов как индикаторов; оценивать радиационное состояние АЭС и прилегающих территорий с учетом специфики используемых радиоизотопов; безопасно обращаться с радиоизотопам и; использовать радиоизотопы для диагностики и контроля технологически	Продемон стрирован ы все основные умения, решены все основные задачи с отдельны ми несущест венными недочета ми, выполнен ы все задания в полном объеме	Продемон стрирован ы все основные умения, решены все основные задачи с негрубым и ошибками , выполнен ы все задания в полном объеме, но некоторые с недочетам и	Продемо нстриров аны основные умения, решены типовые задачи с негрубым и ошибкам и, выполнен ы все задания, но не в полном объеме	При решении стандарт ных задач не продемон стрирова ны основные умения, имеют место грубые ошибки	

		х процессов на АЭС; разрабатывать и внедрять меры по минимизации радиационного риска для персонала и населения; оперативно реагировать на изменения радиационной обстановки и принимать необходимые меры, связанные с радиоизотопами; готовить отчеты и доклады по радиационной безопасности, с акцентом на использование и контроль радиоизотопов				
		методами статистической обработки и визуализации данных, характеризующих радиационное состояние, данные о радиоизотопах; практическими навыками безопасного обращения с радиоизотопами, использование средств индивидуальной защиты и соблюдение протоколов	Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки, имеют место грубые ошибки

		безопасности; эффективной коммуникацией с внешними организациями и населением при возникновении радиационных инцидентов, связанных с радиоизотопами и				
ПК-2	ПК-2.2 Способен проводить измерения и оценивать соответствие контролируемых параметров ионизирующего излучения требованиям охраны труда, производственной санитарии, норм и правил экологической, радиационной безопасности и взрывоопасности	Знать				
		нормы и правил охраны труда, производственной санитарии, экологической и радиационной безопасности, применимых к работе с радиоизотопами и; стандарты взрывоопасности в контексте работы с радиоактивными материалами; методы и приборы для измерения параметров ионизирующего излучения	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе, имеет место несколько негрубых ошибок	Минимально допустимый уровень знаний, имеет место много негрубых ошибок	Уровень знаний ниже минимальных требований, имеют место грубые ошибки
		Уметь:				
		проводить калибровку и настройку приборов для обеспечения точности измерений; анализировать полученные данные и оценивать их соответствие нормативным требованиям по	Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами,	Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с негрубыми ошибками, выполнены все	Продемонстрированы основные умения, решены типовые задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания,	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения, имеют место грубые ошибки

		охране труда и безопасности; выявлять отклонения от норм и разрабатывать рекомендации по их устранению	выполнены все задания в полном объеме	задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	но не в полном объеме	
		Владеть				
		методами обработки и анализа данных, включая использование программного обеспечения для моделирования и визуализации результатов; навыками безопасного проведения измерений и оценки параметров ионизирующего излучения, включая соблюдение протоколов безопасности и использование средств индивидуальной защиты	Продemonстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки, имеют место грубые ошибки

Оценочные материалы для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации приведены в Приложении к рабочей программе дисциплины.

Полный комплект заданий и материалов, необходимых для оценивания результатов обучения по дисциплине, хранится на кафедре разработчика.

5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

5.1. Учебно-методическое обеспечение

5.1.1. Основная литература

1. «Ядерные технологии: история, состояние, перспективы : учебное

пособие / А. А. Андрианов, А. И. Воропаев, Ю. А. Коровин, В. М. Муроков. — Москва : НИЯУ МИФИ, 2012. — 180 с. — ISBN 978-5-7262-1594-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/75776>

5.1.2. Дополнительная литература

2. Расчётные задачи по оценке радиационной обстановки : учебное пособие / И. Ю. Сергеев, В. П. Малый, А. В. Васильев [и др.]. — Железногорск : СПСА, 2021. — 160 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/170741>
3. Коннова, Л. А. Основы радиационной безопасности : учебное пособие / Л. А. Коннова, М. Н. Акимов. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 164 с. — ISBN 978-5-8114-4639-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/206927>

5.2. Информационное обеспечение

5.2.1. Электронные и интернет-ресурсы

1. Электронная библиотечная система КГЭУ "ИРБИС64" (<http://lib.kgeu.ru/>). Электронно-библиотечная система «Лань» (<https://e.lanbook.com/>)
2. ДК размещенный в LMS Moodle 3.0
3. Интернет тренажеры: www.i-exam.ru.

5.2.2. Профессиональные базы данных / Информационно-справочные системы

1. Международная реферативная база данных (<http://link.springer.com>).
2. Научная электронная библиотека "eLIBRARY.RU" (<http://elibrary.ru/defaultx.asp>).
3. Российская государственная библиотека (<http://www.rsl.ru>)
4. Энциклопедии, словари, справочники (URL: <http://www.rubricon.com>).

5.2.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение дисциплины

1. Пользовательская операционная система Windows 10.
2. ПО для эффективного онлайн- взаимодействия преподавателя и студента LMS Moodle. Современное программное обеспечение. <https://download.moodle.org/releases/latest/>
3. Система поиска информации в сети интернет Браузер Chrome
4. Пакет программ для создания и просмотра файлов формата PD Adobe Acrobat
5. "ИРБИС 64 (модульная поставка): АРМ «Читатель», АРМ

6. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Наименование вида учебной работы	Наименование учебной аудитории, специализированной лаборатории	Перечень необходимого оборудования и технических средств обучения
Лекции	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа	Специализированная учебная мебель, технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории (мультимедийный проектор, компьютер (ноутбук), экран), демонстрационное оборудование, учебно-наглядные пособия
Практические занятия	Учебная лаборатория А-208	Специализированное лабораторное оборудование по профилю лаборатории «Радиационная безопасность»
	Компьютерный класс с выходом в Интернет В-600а	Специализированная учебная мебель на 30 посадочных мест, 30 компьютеров, технические средства обучения (мультимедийный проектор, компьютер (ноутбук), экран), видеокамеры, программное обеспечение
Лабораторные работы	Учебная лаборатория А-208	Специализированное лабораторное оборудование по профилю лаборатории «Радиационная безопасность»
Самостоятельная работа	Компьютерный класс с выходом в Интернет В-600а	Специализированная учебная мебель на 30 посадочных мест, 30 компьютеров, технические средства обучения (мультимедийный проектор, компьютер (ноутбук), экран), видеокамеры, программное обеспечение
	Читальный зал библиотеки	Специализированная мебель, компьютерная техника с возможностью выхода в Интернет и обеспечением доступа в ЭИОС, экран, мультимедийный проектор, программное обеспечение
	А-208 учебная аудитория для выполнения курсовой работы	Специализированное лабораторное оборудование по профилю лаборатории «Радиационная безопасность»

7. Особенности организации образовательной деятельности для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Лица с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) и инвалиды имеют возможность беспрепятственно перемещаться из одного учебно-лабораторного корпуса в другой, подняться на все этажи учебно-лабораторных корпусов, заниматься в учебных и иных помещениях с учетом особенностей психофизического развития и состояния здоровья.

Для обучения лиц с ОВЗ и инвалидов, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, обеспечены условия беспрепятственного доступа во

все учебные помещения. Информация о специальных условиях, созданных для обучающихся с ОВЗ и инвалидов, размещена на сайте университета www/kgeu.ru. Имеется возможность оказания технической помощи ассистентом, а также услуг сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков.

Для адаптации к восприятию лицами с ОВЗ и инвалидами с нарушенным слухом справочного, учебного материала по дисциплине обеспечиваются следующие условия:

- для лучшей ориентации в аудитории, применяются сигналы оповещения о начале и конце занятия (слово «звонок» пишется на доске);
- внимание слабослышащего обучающегося привлекается педагогом жестом (на плечо кладется рука, осуществляется нерезкое похлопывание);
- разговаривая с обучающимся, педагогический работник смотрит на него, говорит ясно, короткими предложениями, обеспечивая возможность чтения по губам.

Компенсация затруднений речевого и интеллектуального развития слабослышащих обучающихся проводится путем:

- использования схем, диаграмм, рисунков, компьютерных презентаций с гиперссылками, комментирующими отдельные компоненты изображения;
- регулярного применения упражнений на графическое выделение существенных признаков предметов и явлений;
- обеспечения возможности для обучающегося получить адресную консультацию по электронной почте по мере необходимости.

Для адаптации к восприятию лицами с ОВЗ и инвалидами с нарушениями зрения справочного, учебного, просветительского материала, предусмотренного образовательной программой по выбранному направлению подготовки, обеспечиваются следующие условия:

- ведется адаптация официального сайта в сети Интернет с учетом особых потребностей инвалидов по зрению, обеспечивается наличие крупношрифтовой справочной информации о расписании учебных занятий;
- педагогический работник, его собеседник (при необходимости), присутствующие на занятии, представляются обучающимся, при этом каждый раз называется тот, к кому педагогический работник обращается;
- действия, жесты, перемещения педагогического работника коротко и ясно комментируются;
- печатная информация предоставляется крупным шрифтом (от 18 пунктов), тотально озвучивается;
- обеспечивается необходимый уровень освещенности помещений;
- предоставляется возможность использовать компьютеры во время занятий и право записи объяснений на диктофон (по желанию обучающихся).

Форма проведения текущей и промежуточной аттестации для обучающихся с ОВЗ и инвалидов определяется педагогическим работником в соответствии с учебным планом. При необходимости обучающемуся с ОВЗ, инвалиду с учетом их индивидуальных психофизических особенностей дается возможность пройти промежуточную аттестацию устно, письменно на бумаге, письменно на компьютере, в форме тестирования и т.п., либо предоставляется

дополнительное время для подготовки ответа.

8. Методические рекомендации для преподавателей по организации воспитательной работы с обучающимися.

Методическое обеспечение процесса воспитания обучающихся выступает одним из определяющих факторов высокого качества образования. Преподаватель вуза, демонстрируя высокий профессионализм, эрудицию, четкую гражданскую позицию, самодисциплину, творческий подход в решении профессиональных задач, в ходе образовательного процесса способствует формированию гармоничной личности.

При реализации дисциплины преподаватель может использовать следующие методы воспитательной работы:

- методы формирования сознания личности (беседа, диспут, внушение, инструктаж, контроль, объяснение, пример, самоконтроль, рассказ, совет, убеждение и др.);

- методы организации деятельности и формирования опыта поведения (задание, общественное мнение, педагогическое требование, поручение, приучение, создание воспитывающих ситуаций, тренинг, упражнение, и др.);

- методы мотивации деятельности и поведения (одобрение, поощрение социальной активности, порицание, создание ситуаций успеха, создание ситуаций для эмоционально-нравственных переживаний, соревнование и др.)

При реализации дисциплины преподаватель должен учитывать следующие направления воспитательной деятельности:

Гражданское и патриотическое воспитание:

- формирование у обучающихся целостного мировоззрения, российской идентичности, уважения к своей семье, обществу, государству, принятым в семье и обществе духовно-нравственным и социокультурным ценностям, к национальному, культурному и историческому наследию, формирование стремления к его сохранению и развитию;

- формирование у обучающихся активной гражданской позиции, основанной на традиционных культурных, духовных и нравственных ценностях российского общества, для повышения способности ответственно реализовывать свои конституционные права и обязанности;

- развитие правовой и политической культуры обучающихся, расширение конструктивного участия в принятии решений, затрагивающих их права и интересы, в том числе в различных формах самоорганизации, самоуправления, общественно-значимой деятельности;

- формирование мотивов, нравственных и смысловых установок личности, позволяющих противостоять экстремизму, ксенофобии, дискриминации по социальным, религиозным, расовым, национальным признакам, межэтнической и межконфессиональной нетерпимости, другим негативным социальным явлениям.

Духовно-нравственное воспитание:

- воспитание чувства достоинства, чести и честности, совестливости, уважения к родителям, учителям, людям старшего поколения;

- формирование принципов коллективизма и солидарности, духа милосердия и сострадания, привычки заботиться о людях, находящихся в трудной жизненной ситуации;

- формирование солидарности и чувства социальной ответственности по отношению к людям с ограниченными возможностями здоровья, преодоление психологических барьеров по отношению к людям с ограниченными возможностями;

- формирование эмоционально насыщенного и духовно возвышенного отношения к миру, способности и умения передавать другим свой эстетический опыт.

Культурно-просветительское воспитание:

- формирование эстетической картины мира;

- формирование уважения к культурным ценностям родного города, края, страны;

- повышение познавательной активности обучающихся.

Научно-образовательное воспитание:

- формирование у обучающихся научного мировоззрения;

- формирование умения получать знания;

- формирование навыков анализа и синтеза информации, в том числе в профессиональной области.

Вносимые изменения и утверждения на новый учебный год

№ п/п	№ раздела внесения изменений	Дата внесения изменений	Содержание изменений	«Согласовано» Зав. каф. реализующей дисциплину	«Согласовано» председатель УМК института (факультета), в состав которого входит выпускающая
1	2	3	4	5	6
1					
2					
3					



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «КГЭУ»)

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ
по дисциплине

Радиоизотопы

Специальность	<u>14.05.02 Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг</u>
Специализация	<u>Радиационная безопасность атомных станций</u>
Квалификация	<u>_Специалист_</u>

Оценочные материалы по дисциплине, предназначены для оценивания результатов обучения на соответствие индикаторам достижения компетенций.

Оценивание результатов обучения по дисциплине осуществляется в рамках текущего контроля (ТК) и промежуточной аттестации, проводимых по балльно-рейтинговой системе (БРС).

1. Технологическая карта

Семестр 5

Наименование раздела	Формы и вид контроля	Рейтинговые показатели							Промежуточная аттестация
		I текущий контроль	Дополнительные баллы к ТК1	II текущий контроль	Дополнительные баллы к ТК2	III текущий контроль	Дополнительные баллы к ТК3	Итого	
Раздел 1. Основы радиоизотопной техники	ТК1	20	10-20					10-20	10-20
Практическое задание (ПЗ)		5							
Отчет по лабораторной работе (ОЛР)		5							
Тест		10							
Раздел 2. Методы работы с радиоизотопами	ТК2			20	10-20			10-20	10-20
Практическое задание (ПЗ)				5					
Отчет по лабораторной работе (ОЛР)				5					
Тест				10					
Раздел 3. Радиоизотопы и радиационная безопасность	ТК3					20	15-20	15-20	15-20
Практическое задание (ПЗ)						5			
Отчет по лабораторной работе (ОЛР)						5			
Собеседование (Сбс)						10			
Промежуточная аттестация КР, экзамен	ОМ кр								0-40
Задание промежуточной аттестации									0-20
В письменной форме по билетам									0-20

2. Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации

Код компе-	Код индикатора	Заплани-рованные	Уровень сформированности индикатора компетенции
------------	----------------	------------------	---

тенции	компетенции	результаты обучения по дисциплине	Высокий	Средний	Ниже среднего	Низкий
			от 85 до 100	от 70 до 84	от 55 до 69	от 0 до 54
			Шкала оценивания			
			отлично	хорошо	удовлетворительно	неудовлетворительно
			зачтено			не зачтено
ПК-2	ПК-2.1 Демонстрирует готовность к обеспечению радиационной безопасности персонала АЭС и населения при получении и обработке информации о контролируемых параметрах, характеризующих радиационное состояние АЭС и окружающей среды	знать:				
		основы радиоизотопной техники, физические и химические свойства радиоизотопов; процессы радиоактивного распада и типов излучения (альфа, бета, гамма); принципы и методы защиты от ионизирующего излучения; нормативные документы и стандарты, регулирующие радиационную безопасность на АЭС, системы и технологии для контроля радиационного фона	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе, имеет место несколько негрубых ошибок	Минимально допустимый уровень знаний, имеет место много негрубых ошибок	Уровень знаний ниже минимальных требований, имеют место грубые ошибки
		уметь:				
		Уметь проводить измерения с использованием радиоизотопов как индикаторов; оценивать радиационное	Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными	Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с негрубыми	Продемонстрированы основные умения, решены типовые задачи с негрубыми и ошибкам	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения, имеют

		состояние АЭС и прилегающих территорий с учетом специфики используемых радиоизотопов; безопасно обращаться с радиоизотопами и; использовать радиоизотопы для диагностики и контроля технологических процессов на АЭС; разрабатывать и внедрять меры по минимизации радиационного риска для персонала и населения; оперативно реагировать на изменения радиационной обстановки и принимать необходимые меры, связанные с радиоизотопами и; готовить отчеты и доклады по радиационной безопасности, с акцентом на использование и контроль радиоизотопов	несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме	ошибками, выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	и, выполнены все задания, но не в полном объеме	место грубые ошибки
		владеть:				
		методами статистической обработки и визуализации данных, характеризующих их	Продемонстрированы навыки при решении нестандартных	Продемонстрированы базовые навыки при решении	Имеется минимальный набор навыков для решения	При решении стандартных задач не продемонстрирова

		радиационное состояние, данные о радиоизотопах; практическими навыками безопасного обращения с радиоизотопами, использование средств индивидуальной защиты и соблюдение протоколов безопасности; эффективной коммуникацией с внешними организациями и населением при возникновении радиационных инцидентов, связанных с радиоизотопами и	задач без ошибок и недочетов	стандартных задач с некоторыми недочетами	стандартных задач с некоторыми недочетами	ны базовые навыки, имеют место грубые ошибки
ПК-2	ПК-2.2 Способен проводить измерения и оценивать соответствие контролируемых параметров ионизирующего излучения требованиям охраны труда, производственной санитарии, норм и правил экологической, радиационной безопасности и	Знать				
		нормы и правил охраны труда, производственной санитарии, экологической и радиационной безопасности, применимых к работе с радиоизотопами; стандарты взрывоопасности в контексте работы с радиоактивными материалами; методы и приборы для измерения параметров ионизирующего излучения	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе, имеет место несколько негрубых ошибок	Минимально допустимый уровень знаний, имеет место много негрубых ошибок	Уровень знаний ниже минимальных требований, имеют место грубые ошибки

	взрывоопасности	Уметь:				
		проводить калибровку и настройку приборов для обеспечения точности измерений; анализировать полученные данные и оценивать их соответствие нормативным требованиям по охране труда и безопасности; выявлять отклонения от норм и разрабатывать рекомендации по их устранению	Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме	Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продемонстрированы основные умения, решены типовые задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания, но не в полном объеме	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения, имеют место грубые ошибки
		Владеть				
		методами обработки и анализа данных, включая использование программного обеспечения для моделирования и визуализации результатов; навыками безопасного проведения измерений и оценки параметров ионизирующего излучения, включая соблюдение протоколов безопасности и использование средств индивидуальной защиты	Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки, имеют место грубые ошибки

Оценка **«отлично»** выставляется за выполнение практических и тестовых заданий; защиты лабораторных работ, теоретических основ радиоизотопной техники при собеседовании, полные и содержательные ответы на вопросы билета (теоретическое и практическое задание);

Оценка **«хорошо»** выставляется за выполнение тестовых заданий; защиты лабораторных работ понимание теоретических основ методов работ с радиоизотопами, ответы на вопросы билета (теоретическое или практическое задание);

Оценка **«удовлетворительно»** выставляется за выполнение тестовых заданий и защиты лабораторных работ;

Оценка **«неудовлетворительно»** выставляется за слабое и неполное выполнение тестовых заданий.

3. Перечень оценочных средств

Краткая характеристика оценочных средств, используемых при текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающегося по дисциплине:

Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Описание оценочного средства
Практическое задание (ПЗ)	Средство оценки умения применять полученные теоретические знания в практической ситуации. Задание направлено на оценивание компетенций по дисциплине, содержит четкую инструкцию по выполнению или алгоритм действий	Комплект задач и заданий
Отчет по лабораторной работе (ОЛР)	Выполнение лабораторной работы, обработка результатов испытаний, измерений, эксперимента. Оформление отчета, защита результатов лабораторной работы по отчету	Перечень заданий и вопросов для защиты лабораторной работы, перечень требований к отчету
Тест (Тест)	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося	Комплект тестовых заданий
Собеседование (Сбс)	Средство контроля, организованное как специальная беседа преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.	Вопросы по разделам дисциплины
Курсовая работа (КР)	Конечный продукт, получаемый в результате планирования и выполнения комплекса учебных и исследовательских заданий. Позволяет оценить умения обучающихся самостоятельно конструировать свои знания в процессе решения практических задач и	

	проблем, ориентироваться в информационном пространстве и уровень сформированности аналитических, исследовательских навыков, навыков практического и творческого мышления. Может выполняться в индивидуальном порядке или группой обучающихся	Темы курсовых работ
--	--	---------------------

4. Перечень контрольных заданий или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения дисциплины

Пример задания

Для текущего контроля ТК1:

Проверяемая компетенция: ПК-2

Индикаторы ПК-2.1; ПК-2.2

ПК-2. Использует знания технологических процессов при проведении ядерно и радиационно опасных работ, отраслевых норм и правил для оценки условий эксплуатации АЭС.

ПК-2.1 Демонстрирует готовность к обеспечению радиационной безопасности персонала АЭС и населения при получении и обработке информации о контролируемых параметрах, характеризующих радиационное состояние АЭС и окружающей среды.

ПК-2.2 Способен проводить измерения и оценивать соответствие контролируемых параметров ионизирующего излучения требованиям охраны труда, производственной санитарии, норм и правил экологической, радиационной безопасности и взрывоопасности.

ПЗ ТК-1. Практическое задание (ПЗ). Комплект задач и заданий

Практическое занятие 1. Определение периода полураспада радиоизотопа.

1. Рассчитайте период полураспада изотопа, если его активность уменьшилась с 1000 Бк до 500 Бк за 10 ч.

2. Определите период полураспада, если через 8 ч. активность изотопа уменьшилась в 4 раза.

3. Найдите период полураспада изотопа, если его масса уменьшилась с 10 г до 2,5 г за 12 ч.

4. Исходя из данных: начальная активность 200 Бк, через 6 часов – 50 Бк, найдите период полураспада.

5. Определите период полураспада, если 75% изотопа распадается за 24 ч.

6. Рассчитайте период полураспада, если активность уменьшилась с 500 Бк до 62,5 Бк за 15 ч.

7. Найдите период полураспада, если через 5 ч. активность изотопа уменьшилась в 8 раз.

8. Определите период полураспада, если начальная масса 16 г уменьшилась до 1 г за 20 ч.

9. Рассчитайте период полураспада изотопа, который уменьшает свою активность с 800 Бк до 100 Бк за 18 ч.

10. Найдите период полураспада, если через 10 часов активность изотопа

уменьшилась в 16 раз.

Практическое занятие 2. Расчет активности радиоизотопного источника.

1. Рассчитайте активность источника, содержащего 2 г изотопа с периодом полураспада 5 дней.
2. Определите текущую активность, если начальная активность была 1000 Бк, а прошло 3 периода полураспада.
3. Найдите активность источника, содержащего 0,5 г изотопа с периодом полураспада 10 дней, через 30 дней.
4. Рассчитайте активность через 8 ч, если начальная активность была 500 Бк и период полураспада 4 ч.
5. Определите активность через 15 дней для 1 г изотопа с периодом полураспада 5 дней.
6. Найдите начальную активность, если через 12 ч. активность составляет 125 Бк, а период полураспада 6 часов.
7. Рассчитайте активность через 10 ч. для источника с начальной активностью 800 Бк и периодом полураспада 5 ч.
8. Определите активность источника массой 3 г с периодом полураспада 7 дней через 21 день.
9. Найдите активность через 24 ч. для изотопа с начальной активностью 600 Бк и периодом полураспада 8 часов.
10. Рассчитайте активность через 40 дней для источника массой 0,1 г с периодом полураспада 20 дней.

Практическое занятие 3. Моделирование процессов радиоактивного распада.

1. Смоделируйте распад изотопа с периодом полураспада 3 дня и начальной активностью 1000 Бк на протяжении 15 дней.
2. Создайте график изменения активности для изотопа с периодом полураспада 7 дней и начальной массой 5 г на протяжении 28 дней.
3. Смоделируйте распад для 2 г изотопа с периодом полураспада 10 часов на протяжении 50 ч.
4. Постройте модель изменения активности изотопа с начальной активностью 500 Бк и периодом полураспада 2 часа на протяжении 10 ч.
5. Смоделируйте распад изотопа с периодом полураспада 15 дней и начальной массой 10 г на протяжении 60 дней.
6. Создайте график изменения активности для изотопа с начальной активностью 2000 Бк и периодом полураспада 5 дней на протяжении 20 дней.
7. Смоделируйте процесс распада для 0,5 г изотопа с периодом полураспада 12 часов на протяжении 48 ч.
8. Постройте модель изменения активности для изотопа с периодом полураспада 8 дней и начальной массой 3 г на протяжении 32 дней.
9. Смоделируйте распад изотопа с начальной активностью 1500 Бк и периодом полураспада 6 часов на протяжении 24 ч.
10. Создайте график изменения активности для изотопа с периодом полураспада 4 дня и начальной массой 7 г на протяжении 16 дней.

Практическое занятие 4. Оценка дозы облучения от радиоизотопного

источника.

1. Рассчитайте дозу облучения на расстоянии 1 м от источника с активностью 500 Бк за 1 час.
2. Определите дозу облучения от изотопа с активностью 1000 Бк на расстоянии 0.5 м за 2 ч.
3. Найдите дозу облучения на расстоянии 2 м от источника с активностью 200 Бк за 3 часа.
4. Рассчитайте дозу облучения от источника с активностью 750 Бк на расстоянии 1,5 м за 4 часа.
5. Определите дозу облучения на расстоянии 0.8 м от источника с активностью 1200 Бк за 30 минут.
6. Найдите дозу облучения от изотопа с активностью 300 Бк на расстоянии 3 м за 5 часов.
7. Рассчитайте дозу облучения на расстоянии 1 м от источника с активностью 600 Бк за 2 часа.
8. Определите дозу облучения от источника с активностью 900 Бк на расстоянии 0.7 м за 1.5 часа.
9. Найдите дозу облучения на расстоянии 1,2 м от источника с активностью 1500 Бк за 1 час.
10. Рассчитайте дозу облучения от изотопа с активностью 400 Бк на расстоянии 2,5 м за 6 часов.

ОЛР ТК-1. Отчет по лабораторной работе (ОЛР). Перечень заданий и вопросов для защиты лабораторной работы, перечень требований к отчету.

Перечень требований к отчету:

1. Титульный лист: название работы, имя студента, дата выполнения.
2. Цель работы: краткое описание цели эксперимента.
3. Оборудование и материалы: перечень используемого оборудования.
4. Теоретическая часть
5. Методика эксперимента: подробное описание процедуры проведения эксперимента.
6. Результаты: представление данных в виде таблиц и графиков.
7. Анализ результатов: обсуждение полученных данных и их интерпретация.
8. Выводы: краткое изложение основных выводов по результатам работы.
9. Список литературы: источники, использованные при подготовке отчета.

Лабораторная работа 1. Изучение свойств альфа-, бета- и гамма-излучений.

Перечень заданий и вопросов для защиты лабораторной работы:

1. Опишите основные характеристики альфа-, бета- и гамма-излучений.
2. Объясните различия в проникающей способности альфа-, бета- и гамма-частиц.
3. Какое оборудование используется для детектирования каждого типа излучения?
4. Обсудите биологическое воздействие каждого типа излучения на живые организмы.

5. Приведите примеры источников альфа-, бета- и гамма-излучений.
6. Объясните, как можно защититься от каждого типа излучения.
7. Почему гамма-излучение более опасно на больших расстояниях по сравнению с альфа- и бета-излучениями?
8. Как изменяется энергия частиц при прохождении через материал?
9. Обсудите роль экранирования в защите от радиации.
10. Каковы методы измерения активности радиоизотопов?

В отчете по лабораторной работе необходимо кратко описать методику проведения эксперимента. Сначала подготовьте оборудование, установив детекторы для измерения альфа-, бета- и гамма-излучений, и подготовьте радиоизотопные источники для каждого типа излучения. Для измерения альфа-излучения разместите альфа-источник, содержащий радиоизотоп, перед детектором, запишите показания, измените расстояние и повторите измерения. Для бета-излучения разместите бета-источник с соответствующим радиоизотопом перед другим детектором, запишите показания, используйте различные материалы для экранирования и повторите измерения. Для гамма-излучения установите гамма-источник с радиоизотопом перед соответствующим детектором, запишите показания, измените толщину экранирующего материала и повторите измерения. В анализе данных сравните проникающую способность и эффективность экранирования для каждого типа излучения. В отчете включите теоретическую часть с основными формулами и понятиями, связанными с измерением и защитой от излучений. Представьте результаты в виде таблиц, указывая расстояния, материалы, типы радиоизотопов и показания детекторов. В анализе объясните различия в проникающей способности и экранировании для каждого типа излучения.

Лабораторная работа 2. Калибровка детектора излучения и оценка его эффективности при измерении активности различных радиоизотопов.

Задания:

1. Провести калибровку детектора излучения с использованием эталонного источника.
2. Измерить активность нескольких радиоизотопов с использованием откалиброванного детектора.
3. Оценить эффективность детектора для каждого радиоизотопа.
4. Сравнить полученные результаты с известными значениями активности.

Вопросы для защиты:

1. Как осуществляется калибровка детектора излучения?
2. Какие характеристики детектора влияют на его точность?
3. Как определить эффективность детектора?
4. Какие радиоизотопы использовались и почему?
5. Какие возможны источники ошибок в измерениях и как их минимизировать?

В отчете по лабораторной работе должна быть четко изложена цель эксперимента, описано используемое оборудование, включая детектор и радиоизотопы. Методика проведения калибровки должна быть представлена подробно, включая все шаги и используемые эталонные источники. Результаты

измерений активности радиоизотопов необходимо представить в виде таблиц или графиков, с указанием погрешностей. Анализ эффективности детектора должен включать сравнение измеренных значений с известными данными и обсуждение точности. Также следует рассмотреть возможные источники ошибок и предложить способы их минимизации. В заключении необходимо сделать выводы по результатам работы, подтверждая или опровергая гипотезы, выдвинутые в начале эксперимента.

Лабораторная работа 3. Определение состава изотопной смеси методом спектрометрии.

Задания:

1. Подготовить оборудование для проведения спектрометрии изотопной смеси.
2. Провести измерение спектра изотопной смеси с использованием спектрометра.
3. Идентифицировать пики в спектре и сопоставить их с известными изотопами.
4. Определить количественное соотношение изотопов в смеси.

Вопросы для защиты:

1. Какова принципиальная схема работы спектрометра?
2. Какие факторы могут влиять на точность измерений спектра?
3. Как идентифицировать изотопы по их спектральным пикам?
4. Какие методы используются для количественного анализа изотопной смеси?
5. Каковы возможные источники ошибок в спектрометрии и как их можно минимизировать?

В отчете по лабораторной работе должна быть изложена цель эксперимента и описано используемое оборудование, включая тип и характеристики спектрометра. Методика проведения измерений должна быть представлена подробно, с описанием подготовки образца и параметров измерения. Результаты спектрометрии должны быть представлены в виде спектральных графиков с отмеченными пиками. Необходимо провести анализ полученных данных, идентифицировать изотопы по их спектральным характеристикам и рассчитать количественное соотношение изотопов в смеси. В разделе анализа следует обсудить точность и надежность полученных данных, а также возможные источники ошибок и способы их минимизации. В заключении необходимо сделать выводы о составе изотопной смеси на основе проведенного анализа.

Лабораторная работа 4. Измерение фона радиоактивности.

Задания:

1. Подготовить оборудование для измерения фона радиоактивности, включая детектор и счетчик.
2. Провести измерение фонового уровня радиоактивности в нескольких различных местах.
3. Сравнить полученные данные с нормативными значениями фона.
4. Проанализировать влияние различных факторов на уровень фоновой радиоактивности.

Вопросы для защиты:

1. Что такое фоновая радиоактивность и какие ее источники?
2. Как правильно проводить измерения фоновой радиоактивности?
3. Какие факторы могут влиять на уровень фоновой радиоактивности в различных местах?
4. Каковы нормативные значения фоновой радиоактивности и почему они важны?
5. Какие методы используются для снижения влияния фона на измерения радиоактивности?

В отчете по лабораторной работе должна быть изложена цель эксперимента и описано используемое оборудование, включая тип детектора и методику измерений. Подробно опишите процедуру проведения измерений, включая выбор мест для измерения и условия проведения эксперимента. Результаты измерений должны быть представлены в виде таблиц или графиков, с указанием погрешностей и сравнения с нормативными значениями. В разделе анализа обсудите влияние различных факторов на уровень фоновой радиоактивности и возможные отклонения от нормы. Также рассмотрите методы снижения влияния фона на измерения и предложите рекомендации для улучшения точности измерений. В заключении необходимо сделать выводы о состоянии фоновой радиоактивности в исследуемых местах и оценить соответствие нормативным требованиям.

Тест ТК-1

1. Радиоизотоп чаще всего используемый для калибровки детекторов гамма-излучения:
А) Цезий-137
Б) Углерод-14
В) Йод-123
С) Тритий
2. Изотоп используется в медицинской диагностике для исследования функции щитовидной железы:
А) Углерод-11
Б) Йод-131
В) Технеций-99m
С) Фтор-18
3. Радиоизотопов имеющий наибольший период полураспада и использующийся в длительных геологических исследованиях:
А) Уран-238
Б) Кобальт-60
В) Стронций-90
С) Йод-131
4. Изотоп, применяемый в качестве источника нейтронов в лабораторных условиях:
А) Америций-241
Б) Полоний-210

В) Калифорний-252

С) Радон-222

5. Радиоизотоп, используемый в гидрологии для отслеживания подземных вод:

А) Тритий

Б) Радий-226

В) Углерод-14

С) Криптон-85

6. Изотоп, используемый в радиотерапии для лечения раковых опухолей благодаря своему гамма-излучению:

А) Цезий-137

Б) Кобальт-60

В) Фосфор-32

С) Йод-125

7. Радиоизотоп, наиболее подходящий для использования в качестве индикатора в биологических исследованиях благодаря своей короткой продолжительности полураспада:

А) Углерод-14

Б) Фтор-18

В) Технеций-99m

С) Кальций-45

8. Изотоп, используемый в промышленности для контроля уровня заполнения жидкостей в резервуарах:

А) Йод-131

Б) Цезий-137

В) Кобальт-60

С) Технеций-99m

9. Изотоп, используемый для радиоуглеродного датирования археологических находок:

А) Углерод-14

Б) Углерод-12

В) Азот-15

С) Кислород-18

10. Радиоизотоп чаще всего используемый в качестве источника для генераторов энергии в космических аппаратах:

А) Плутоний-238

Б) Уран-235

В) Торий-232

С) Радий-226

Пример задания

Для текущего контроля ТК2:

Проверяемая компетенция: ПК-2

Индикаторы ПК-2.1; ПК-2.2

ПК-2. Использует знания технологических процессов при проведении ядерно и радиационно опасных работ, отраслевых норм и правил для оценки

условий эксплуатации АЭС.

ПК-2.1 Демонстрирует готовность к обеспечению радиационной безопасности персонала АЭС и населения при получении и обработке информации о контролируемых параметрах, характеризующих радиационное состояние АЭС и окружающей среды.

ПК-2.2 Способен проводить измерения и оценивать соответствие контролируемых параметров ионизирующего излучения требованиям охраны труда, производственной санитарии, норм и правил экологической, радиационной безопасности и взрывоопасности.

ПЗ ТК-2. Практическое задание (ПЗ). Комплект задач и заданий

Практическое занятие 5. Расчет экранирования для защиты от излучения.

1. Рассчитайте необходимую толщину свинцового экрана для снижения уровня гамма-излучения от изотопа кобальт-60 на 90%, если начальная интенсивность составляет 100 мкЗв/ч.

2. Определите толщину бетонного экрана, необходимую для уменьшения уровня излучения от изотопа цезий-137 в два раза, если начальная интенсивность составляет 50 мкЗв/ч.

3. Рассчитайте необходимую толщину стального экрана для защиты от нейтронного излучения, исходящего от изотопа плутоний-239, чтобы снизить уровень радиации до безопасного уровня.

4. Определите толщину водяного экрана, требуемую для уменьшения уровня излучения от изотопа уран-238 на 75%, если начальная интенсивность составляет 200 мкЗв/ч.

5. Рассчитайте толщину свинцового экрана, необходимую для защиты от излучения изотопа йод-131, чтобы снизить уровень радиации на 95%.

6. Определите толщину полимерного экрана, необходимую для снижения уровня бета-излучения от изотопа стронций-90 на 80%.

7. Рассчитайте необходимую толщину алюминиевого экрана для уменьшения уровня излучения от изотопа технеций-99 в три раза.

8. Определите толщину свинцового экрана, требуемую для защиты от гамма-излучения изотопа радий-226, чтобы снизить уровень радиации до 10 мкЗв/ч.

9. Рассчитайте толщину бетонного экрана, необходимую для снижения уровня излучения от изотопа америций-241 на 50%.

10. Определите толщину водяного экрана, необходимую для уменьшения уровня излучения от изотопа тритий до безопасного уровня.

Практическое занятие 6. Определение оптимального времени работы с радиоизотопами.

1. Рассчитайте максимальное время работы с изотопом йод-131, чтобы не превысить дозу облучения 1 мЗв, при уровне радиации 0,5 мЗв/ч.

2. Определите оптимальное время работы с изотопом цезий-137, если уровень радиации составляет 0,3 мЗв/ч, а допустимая доза – 0,5 мЗв.

3. Рассчитайте максимально допустимое время работы с изотопом стронций-90, чтобы не превысить дозу 2 мЗв, при уровне радиации 0,2 мЗв/ч.

4. Определите оптимальное время работы с изотопом кобальт-60, если

уровень радиации составляет 1 мЗв/ч и допустимая годовая доза – 20 мЗв.

5. Рассчитайте максимальное время работы с изотопом плутоний-239, при уровне радиации 0,1 мЗв/ч, чтобы не превысить дозу 0,5 мЗв.

6. Определите оптимальное время работы с изотопом уран-238, если уровень радиации составляет 0,05 мЗв/ч и допустимая доза – 1 мЗв.

7. Рассчитайте максимально допустимое время работы с изотопом радон-222, чтобы не превысить дозу 0,2 мЗв, при уровне радиации 0,02 мЗв/ч.

8. Определите оптимальное время работы с изотопом технеций-99, если уровень радиации составляет 0,4 мЗв/ч и допустимая доза – 1 мЗв.

9. Рассчитайте максимальное время работы с изотопом америций-241, при уровне радиации 0,07 мЗв/ч, чтобы не превысить дозу 0,3 мЗв.

10. Определите оптимальное время работы с изотопом тритий, если уровень радиации составляет 0,01 мЗв/ч и допустимая доза – 0,1 мЗв.

Практическое занятие 7. Расчет распределения изотопов в радиохимическом анализе.

1. Рассчитайте распределение изотопа уран-235 в образце после его разделения на три фракции в процессе радиохимического анализа.

2. Определите процентное содержание изотопа йод-131 в смеси, если известно, что его активность составляет 60% от общей активности.

3. Рассчитайте количество изотопа цезий-137, оставшегося в растворе после экстракции, если начальная активность составляла 500 Бк, а эффективность экстракции – 80%.

4. Определите распределение изотопа стронций-90 между твердой и жидкой фазами, если коэффициент распределения равен 4.

5. Рассчитайте концентрацию изотопа кобальт-60 в каждой фракции после его разделения на четыре фракции, если начальная активность была равномерно распределена и составляла 400 Бк.

6. Определите остаточную активность изотопа плутоний-239 в осадке после промывки, если начальная активность была 300 Бк, а эффективность промывки составляет 90%.

7. Рассчитайте распределение изотопа тритий в водной и органической фазах, если коэффициент распределения составляет 0,5.

8. Определите количество изотопа америций-241, оставшегося в растворе после двухступенчатой экстракции, если начальная активность была 600 Бк, а эффективность каждой ступени – 85%.

9. Рассчитайте распределение изотопа радон-222 в газовой и жидкой фазах, если коэффициент распределения равен 3.

10. Определите остаточную активность изотопа технеций-99 в фильтрате после фильтрации, если начальная активность составляла 1000 Бк, а эффективность фильтрации – 95%.

Практическое занятие 8. Оценка дозы облучения при аварийных ситуациях.

1. Рассчитайте дозу облучения, полученную персоналом в течение 2 ч после аварийного выброса изотопа йод-131 в атмосферу, при уровне радиации 0,8 мЗв/ч.

2. Определите дозу облучения для населения, проживающего в 10 км от

источника, при аварийном выбросе изотопа цезий-137, если уровень радиации составляет 0,3 мЗв/ч в течение 6 ч.

3. Рассчитайте дозу облучения, полученную работниками, ликвидирующими последствия аварии с выбросом изотопа стронций-90, при уровне радиации 1.5 мЗв/ч в течение 4 ч.

4. Определите дозу облучения для населения, если аварийный выброс изотопа кобальт-60 привел к уровню радиации 0,2 мЗв/ч в течение 10 ч.

5. Рассчитайте дозу облучения, полученную персоналом, работающим в зоне аварийного выброса изотопа плутоний-239, при уровне радиации 2 мЗв/ч в течение 1 ч.

6. Определите дозу облучения для населения, если выброс изотопа тритий в результате аварии привел к уровню радиации 0,05 мЗв/ч в течение 24 ч.

7. Рассчитайте дозу облучения, полученную работниками, участвующими в аварийных работах с изотопом америций-241, при уровне радиации 1 мЗв/ч в течение 3 ч.

8. Определите дозу облучения для населения, проживающего в 5 км от источника, при аварийном выбросе изотопа радон-222, если уровень радиации составляет 0.1 мЗв/ч в течение 12 ч.

9. Рассчитайте дозу облучения, полученную персоналом, работающим в зоне аварийного выброса изотопа уран-238, при уровне радиации 0,6 мЗв/ч в течение 5 ч.

10. Определите дозу облучения для населения, если аварийный выброс изотопа технеций-99 привел к уровню радиации 0,4 мЗв/ч в течение 8 ч.

ОЛР ТК-2. Отчет по лабораторной работе (ОЛР). Перечень заданий и вопросов для защиты лабораторной работы, перечень требований к отчету

Лабораторная работа 5. Работа с радиохимическими индикаторами.

Задания:

1. Подготовить радиохимические индикаторы и необходимые реактивы для эксперимента.

2. Провести эксперимент по использованию радиохимических индикаторов для отслеживания химических процессов.

3. Измерить активность радиохимических индикаторов в различных стадиях эксперимента.

4. Проанализировать результаты и определить эффективность использования индикаторов.

Вопросы для защиты:

1. Что такое радиохимические индикаторы и как они используются в химических исследованиях?

2. Какие свойства радиохимических индикаторов важны для их применения?

3. Как проводится измерение активности радиохимических индикаторов?

4. Какие меры предосторожности необходимо соблюдать при работе с радиохимическими веществами?

5. Как интерпретировать результаты эксперимента с использованием радиохимических индикаторов?

В отчете по лабораторной работе должна быть четко изложена цель эксперимента и описаны используемые радиохимические индикаторы и реактивы. Методика проведения эксперимента должна быть представлена с подробным описанием всех этапов, включая подготовку, проведение и завершение эксперимента. Результаты измерений активности индикаторов должны быть представлены в виде таблиц или графиков, с указанием всех наблюдаемых изменений. В разделе анализа обсудите эффективность радиохимических индикаторов в данном эксперименте и интерпретируйте полученные данные. Также следует рассмотреть меры предосторожности, применяемые при работе с радиоактивными веществами. В заключении необходимо сделать выводы о применимости радиохимических индикаторов в исследуемом процессе и предложить возможные улучшения методики.

Лабораторная работа 6. Изучение методов детектирования радиоактивности.

Задания:

1. Ознакомиться с различными методами детектирования радиоактивности, такими как газоразрядные счетчики, сцинтилляционные детекторы и полупроводниковые детекторы.
2. Провести эксперименты с использованием каждого типа детектора для измерения радиоактивности.
3. Сравнить чувствительность и точность различных детекторов.
4. Оценить преимущества и недостатки каждого метода детектирования.

Вопросы для защиты:

1. Каковы основные принципы работы газоразрядных счетчиков?
2. В чем заключается работа сцинтилляционных детекторов и как они используются?
3. Какие преимущества имеют полупроводниковые детекторы по сравнению с другими типами?
4. Как выбрать подходящий детектор для конкретной задачи измерения радиоактивности?
5. Какие факторы влияют на точность и чувствительность детекторов?

В отчете по лабораторной работе должна быть изложена цель эксперимента и описаны различные методы детектирования радиоактивности. Подробно опишите используемое оборудование и методику проведения экспериментов с каждым типом детектора. Представьте результаты измерений в виде таблиц или графиков, с указанием характеристик чувствительности и точности для каждого метода. В разделе анализа сравните методы детектирования, обсудите их преимущества и недостатки, а также предложите рекомендации по выбору детектора для различных приложений. Рассмотрите возможные источники ошибок и способы их минимизации. В заключении сделайте выводы о наиболее эффективных методах детектирования радиоактивности в зависимости от условий эксперимента.

Лабораторная работа 7. Проведение радиохимического анализа.

Задания:

1. Подготовить образцы и необходимые реактивы для проведения радиохимического анализа.

2. Выполнить радиохимический анализ образцов для определения содержания радиоактивных изотопов.

3. Измерить активность изотопов в образцах с использованием соответствующих методов.

4. Проанализировать полученные данные и сделать выводы о составе образцов.

Вопросы для защиты:

1. Какие методы радиохимического анализа используются для определения радиоактивных изотопов?

2. Каковы основные этапы проведения радиохимического анализа?

3. Какие меры безопасности необходимо соблюдать при проведении радиохимического анализа?

4. Как интерпретировать результаты радиохимического анализа?

5. Какие факторы могут повлиять на точность радиохимического анализа?

В отчете должна быть изложена цель эксперимента и описаны используемые методы радиохимического анализа. Подробно опишите методику проведения анализа, включая подготовку образцов и реактивов. Представьте результаты измерений активности изотопов в виде таблиц или графиков. В разделе анализа интерпретируйте полученные данные и обсудите точность и надежность результатов. Рассмотрите меры безопасности, принятые при проведении анализа. В заключении сделайте выводы о составе исследуемых образцов и предложите рекомендации по улучшению методики.

Лабораторная работа 8. Оценка эффективности средств индивидуальной защиты

Задания:

1. Изучить различные средства индивидуальной защиты (СИЗ) от радиоактивного излучения.

2. Провести тестирование эффективности различных СИЗ в условиях контролируемого воздействия излучения.

3. Измерить уровень защиты, обеспечиваемой каждым типом СИЗ.

4. Сравнить результаты и определить наиболее эффективные средства защиты.

Вопросы для защиты:

1. Какие виды СИЗ используются для защиты от радиоактивного излучения?

2. Как проводится тестирование эффективности СИЗ?

3. Какие факторы влияют на эффективность СИЗ?

4. Как правильно выбирать СИЗ в зависимости от типа излучения?

5. Какие меры предосторожности необходимо соблюдать при использовании СИЗ?

В отчете должна быть изложена цель эксперимента и описаны различные виды СИЗ, используемых в эксперименте. Подробно опишите методику тестирования эффективности СИЗ, включая условия эксперимента и используемое оборудование. Представьте результаты измерений уровня

защиты в виде таблиц или графиков. В разделе анализа сравните эффективность различных СИЗ и обсудите факторы, влияющие на их защитные свойства. Рассмотрите рекомендации по выбору и использованию СИЗ в зависимости от типа и уровня излучения. В заключении сделайте выводы о наиболее эффективных средствах защиты и предложите улучшения в методике оценки.

Тест ТК2

1. Наиболее эффективный метод отделения радиоизотопов с близкими химическими свойствами:
 - А) Ионообменная хроматография
 - Б) Дистилляция
 - В) Центрифугирование
 - С) Электрофорез
2. Метод определения активности радиоизотопов в жидких образцах:
 - А) Жидкостная сцинтилляционная спектрометрия
 - Б) Газоразрядный счетчик
 - В) Масс-спектрометрия
 - С) Альфа-спектрометрия
3. Метод наиболее точно измеряющий концентрацию радиоизотопов в газообразных образцах:
 - А) Газовая хроматография
 - Б) Сцинтилляционный детектор
 - В) Гамма-спектрометрия
 - С) Трековая детекция
4. Метод количественного анализа радиоизотопов в твердых образцах:
 - А) Альфа-спектрометрия
 - Б) Жидкостная экстракция
 - В) Электронный захват
 - С) Нейтронная активация
5. Метод калибровки радиоизотопных источников:
 - А) Сравнительный метод с эталонными источниками
 - Б) Гравиметрический анализ
 - В) Хроматографический анализ
 - С) Оптическая спектроскопия
6. Метод, позволяющий определить распределение радиоизотопов в биологических тканях?
 - А) Авторадиография
 - Б) Спектрофотометрия
 - В) Газоразрядная спектрометрия
 - С) Электрофоретический анализ
7. Метод, используемый для мониторинга радиоактивного загрязнения в воздухе:
 - А) Воздушный фильтр с последующим гамма-спектрометрическим анализом

- Б) Жидкостная экстракция
- В) Ионная хроматография
- С) Масс-спектрометрия

8. Наиболее эффективный метод удаления радиоизотопов из водных растворов:

- А) Ионообменная смола
- Б) Осаждение
- В) Дистилляция
- С) Сублимация

9. Метод определения периода полураспада радиоизотопов:

- А) Измерение активности во времени
- Б) Спектрофотометрия
- В) Хроматография
- С) Электрофорез

10. Метод анализа радиоизотопов с высокой пространственной разрешающей способностью:

- А) Авторадиография
- Б) Гамма-спектрометрия
- В) Жидкостная сцинтилляция
- С) Электронная микроскопия

Пример задания

Для текущего контроля ТКЗ:

Проверяемая компетенция: ПК-2

Индикаторы ПК-2.1; ПК-2.2

ПК-2. Использует знания технологических процессов при проведении ядерно и радиационно опасных работ, отраслевых норм и правил для оценки условий эксплуатации АЭС.

ПК-2.1 Демонстрирует готовность к обеспечению радиационной безопасности персонала АЭС и населения при получении и обработке информации о контролируемых параметрах, характеризующих радиационное состояние АЭС и окружающей среды.

ПК-2.2 Способен проводить измерения и оценивать соответствие контролируемых параметров ионизирующего излучения требованиям охраны труда, производственной санитарии, норм и правил экологической, радиационной безопасности и взрывоопасности.

ПЗ ТК-3. Практическое задание (ПЗ). Комплект задач и заданий

Практическое занятие 9. Расчет допустимых уровней радиационного воздействия на персонал и население в соответствии с действующими нормативами.

1. Рассчитайте допустимый уровень воздействия изотопа йод-131 на персонал, работающий в зоне с повышенной радиацией, с учетом годовой предельно допустимой дозы.

2. Определите максимально допустимую концентрацию изотопа цезий-137 в воздухе для населения, проживающего вблизи атомной станции, в соответствии с действующими нормативами.

3. Рассчитайте допустимую годовую дозу облучения для персонала, работающего с изотопом стронций-90, и предложите меры по снижению воздействия.

4. Определите допустимый уровень содержания изотопа кобальт-60 в питьевой воде для населения в соответствии с санитарными нормами.

5. Рассчитайте предельно допустимую дозу воздействия изотопа плутоний-239 на работников, участвующих в ликвидации последствий аварии.

6. Определите допустимый уровень радиационного фона от изотопа тритий для населения, посещающего рекреационные зоны, расположенные рядом с источником.

7. Рассчитайте допустимую концентрацию изотопа америций-241 в почве для обеспечения безопасности сельскохозяйственной деятельности.

8. Определите предельно допустимый уровень воздействия изотопа радон-222 в жилых помещениях и предложите меры по его снижению.

9. Рассчитайте допустимый уровень воздействия изотопа уран-238 на работников, занятых в добыче и переработке урановой руды.

10. Определите максимально допустимую концентрацию изотопа технеций-99 в сточных водах предприятия, чтобы не превышать нормативы для водоемов.

Практическое занятие 10. Моделирование распространения радиоактивных веществ в атмосфере или воде при аварийной ситуации.

1. Смоделируйте распространение радиоактивного облака, содержащего изотоп цезий-137, в атмосфере на расстояние 10 км от источника при ветре скоростью 5 м/с.

2. Определите концентрацию изотопа йод-131 в точке, расположенной в 15 км от источника выброса, через 3 ч после аварии.

3. Смоделируйте распространение радиоактивных веществ, включая стронций-90, в реке, если выброс произошел в точке с течением воды со скоростью 2 м/с.

4. Определите временной интервал, через который концентрация изотопа кобальт-60 в 20 км от источника выброса снизится до безопасного уровня.

5. Смоделируйте влияние осадков на осаждение радиоактивных частиц, содержащих плутоний-239, из атмосферы в радиусе 5 км от источника.

6. Рассчитайте изменение концентрации изотопа тритий в озере площадью 10 км² после попадания в него загрязненного стока.

7. Смоделируйте распространение радиоактивных веществ, включая изотоп америций-241, в атмосфере при изменении направления ветра через 2 ч после выброса.

8. Определите концентрацию изотопа радон-222 на высоте 100 м от земли через 1 час после выброса в условиях инверсии температуры.

9. Смоделируйте распространение радиоактивных веществ, содержащих уран-238, в прибрежной зоне моря при скорости течения 1 м/с и направлении течения на юг.

10. Определите время достижения максимальной концентрации изотопа технеций-99 в населённом пункте, находящемся в 30 км от источника, при постоянной скорости ветра 3 м/с.

Практическое занятие 11. Оценка радиационного риска для различных сценариев на атомной станции.

1. Рассчитайте радиационный риск для персонала, работающего в зоне с уровнем излучения 0.5 мЗв/ч при 40-часовой рабочей неделе.
2. Определите риск для населения, проживающего в 5 км от атомной станции, при аварийном выбросе, который увеличивает уровень радиации на $0,1 \text{ мЗв}$ в течение недели.
3. Оцените риск для работников, проводящих ремонтные работы в зоне с уровнем радиации 2 мЗв/ч в течение 8 ч.
4. Рассчитайте вероятный радиационный риск для населения в радиусе 20 км от атомной станции при выбросе радионуклидов в атмосферу, приводящем к дозе 0.05 мЗв .
5. Определите риск для персонала, который проводит 2 ч. в день в зоне с уровнем радиации 1 мЗв/ч в течение месяца.
6. Оцените долгосрочный риск для населения, если среднегодовая доза радиации в районе атомной станции составляет $0,02 \text{ мЗв}$ в течение 10 лет.
7. Рассчитайте риск для работников, участвующих в ликвидации последствий аварии, если они подвергаются дозе 10 мЗв в течение 24 ч.
8. Определите риск для населения, если выброс радионуклидов приводит к увеличению фоновой радиации на $0,5 \text{ мЗв}$ в год в течение 5 лет.
9. Оцените риск для персонала, работающего в зоне с переменной радиационной нагрузкой, если средняя доза составляет $0,3 \text{ мЗв/ч}$, а рабочее время – 30 ч. в неделю.
10. Рассчитайте риск для населения, если авария на атомной станции приводит к выбросу, увеличивающему уровень радиации на $0,2 \text{ мЗв}$ в течение одного месяца.

Практическое занятие 12. Расчет эффективности систем радиационного мониторинга.

1. Рассчитайте эффективность системы радиационного мониторинга, если она обнаруживает 95% всех событий радиационного выброса при 1000 зарегистрированных событиях.
2. Определите процент ложных срабатываний системы, если из 200 срабатываний 15 оказались ложными.
3. Рассчитайте чувствительность системы мониторинга, если она правильно идентифицировала 180 из 200 случаев радиационного выброса.
4. Определите специфичность системы, если из 250 нормальных условий она ошибочно зарегистрировала выброс в 10 случаях.
5. Найдите коэффициент эффективности системы, если она обнаруживает 98% всех радиационных событий при 2% ложных срабатываний.
6. Рассчитайте вероятность обнаружения радиационного выброса, если система имеет чувствительность 90% и специфичность 85%.
7. Определите, как изменится эффективность системы, если увеличить чувствительность на 5% при неизменной специфичности.
8. Рассчитайте общую эффективность системы, если известно, что 95% реальных выбросов были обнаружены и 90% ложных срабатываний были исключены.

9. Определите, сколько ложных срабатываний произойдет в системе, которая имеет 3% ложных срабатываний при 5000 проверках.

10. Рассчитайте необходимую чувствительность системы, чтобы обеспечить 99% обнаружение при условии, что специфичность составляет 88%.

ОЛР ТК-3. Отчет по лабораторной работе (ОЛР). Перечень заданий и вопросов для защиты лабораторной работы, перечень требований к отчету.

Лабораторная работа 9. Калибровка и проверка дозиметров.

Задания:

1. Изучить принцип работы различных типов дозиметров.
2. Провести калибровку дозиметров с использованием эталонных источников излучения.
3. Проверить точность дозиметров путем сравнения с контрольными значениями.
4. Оценить стабильность показаний дозиметров в различных условиях.

Вопросы для защиты:

1. Каковы основные принципы работы дозиметров?
2. Почему важна калибровка дозиметров и как она проводится?
3. Какие факторы могут влиять на точность дозиметров?
4. Каковы методы проверки и контроля точности дозиметров?
5. Как интерпретировать результаты калибровки?

В отчете должна быть изложена цель эксперимента и описаны типы дозиметров, используемых в работе. Подробно опишите методику калибровки и проверки, включая используемые эталонные источники. Представьте результаты калибровки в виде таблиц или графиков. В разделе анализа обсудите точность и стабильность дозиметров, а также возможные источники ошибок. В заключении сделайте выводы о пригодности дозиметров для использования в различных условиях и предложите рекомендации по улучшению их точности.

Лабораторная работа 10. Мониторинг радиационного фона в лабораторных условиях.

Задания:

1. Подготовить оборудование для мониторинга радиационного фона.
2. Провести измерения фоновой радиоактивности в различных зонах лаборатории.
3. Сравнить полученные данные с нормативными значениями.
4. Оценить влияние различных факторов на уровень радиационного фона.

Вопросы для защиты:

1. Что такое радиационный фон и какие его источники?
2. Как правильно проводить мониторинг радиационного фона?
3. Какие факторы могут влиять на уровень радиационного фона в лаборатории?
4. Каковы нормативные значения радиационного фона и их значение?
5. Какие меры можно принять для снижения радиационного фона?

В отчете должна быть изложена цель эксперимента и описано используемое оборудование для мониторинга. Подробно опишите методику проведения измерений, включая выбор зон и условия эксперимента.

Представьте результаты в виде таблиц или графиков, сравнивая их с нормативными значениями. В разделе анализа обсудите влияние различных факторов на радиационный фон и предложите меры для его снижения. В заключении сделайте выводы о состоянии радиационного фона в лаборатории и его соответствии нормативам.

Лабораторная работа 11. Изучение методов деконтаминации поверхностей, загрязненных радиоактивными материалами.

Задания:

1. Изучить различные методы деконтаминации поверхностей.
2. Провести эксперимент по деконтаминации загрязненной поверхности с использованием выбранного метода.

3. Измерить уровень загрязнения до и после деконтаминации.

4. Оценить эффективность выбранного метода.

Вопросы для защиты:

1. Какие методы деконтаминации существуют и в чем их различия?
2. Как выбрать подходящий метод деконтаминации для конкретного случая?
3. Какие факторы влияют на эффективность деконтаминации?
4. Как проводится измерение уровня загрязнения?
5. Какие меры безопасности необходимо соблюдать при деконтаминации?

В отчете должна быть изложена цель эксперимента и описаны выбранные методы деконтаминации. Подробно опишите методику проведения эксперимента, включая подготовку поверхности и процедуру деконтаминации. Представьте результаты измерений уровня загрязнения до и после деконтаминации. В разделе анализа обсудите эффективность метода и предложите возможные улучшения. Рассмотрите меры безопасности, принятые при проведении эксперимента. В заключении сделайте выводы о применимости метода в различных условиях.

Лабораторная работа 12. Оценка защитных свойств различных материалов при экранировании источников ионизирующего излучения.

Задания:

1. Изучить различные материалы, используемые для экранирования ионизирующего излучения.

2. Провести измерения уровня излучения через экраны из различных материалов.

3. Сравнить эффективность экранирования для каждого материала.

4. Оценить факторы, влияющие на защитные свойства материалов.

Вопросы для защиты:

1. Какие материалы наиболее эффективны для экранирования различных типов излучения?
2. Как проводится измерение эффективности экранирования?
3. Какие факторы влияют на защитные свойства материалов?
4. Как выбрать материал для экранирования в зависимости от типа излучения?

5. Какие методы улучшения защитных свойств материалов существуют?

В отчете должна быть изложена цель эксперимента и описаны материалы,

используемые для экранирования. Подробно опишите методику проведения измерений, включая условия эксперимента и используемое оборудование. Представьте результаты в виде таблиц или графиков, сравнивая эффективность экранирования различных материалов. В разделе анализа обсудите факторы, влияющие на защитные свойства материалов, и предложите рекомендации по их улучшению. В заключении сделайте выводы о наиболее эффективных материалах для экранирования и их применении в различных условиях.

Вопросы к комплексному заданию ТКЗ (Срс)

1. Какой из радиоизотопов обычно используется в детекторах дыма для обнаружения частиц дыма?
2. Какой из радиоизотопов чаще всего применяется в медицинской визуализации?
3. Какой из перечисленных методов защиты от радиации наиболее эффективен для гамма-излучения?
4. Какой принцип лежит в основе метода радиационной безопасности "время, расстояние, экранирование"?
5. Какой из факторов наиболее критичен при оценке радиационного риска для персонала?
6. Какой из методов наиболее подходит для мониторинга радиационной обстановки на рабочем месте?
7. Какой радиоизотоп используется для стерилизации медицинских инструментов?
8. Какой из перечисленных изотопов имеет наиболее длительный период полураспада?
9. Какое излучение наиболее опасно для человека при внешнем воздействии?
10. Какой из методов используется для защиты персонала от воздействия нейтронного излучения?
11. Какой из перечисленных радиоизотопов используется для радиоуглеродного датирования?
12. Какой из изотопов чаще всего используется в ядерных реакторах для производства энергии?
13. Какой из методов наиболее эффективен для удаления радиоизотопов из жидких отходов?
14. Какой метод используется для контроля уровня радиации в окружающей среде?
15. Какой из радиоизотопов чаще всего используется в гидрологии для изучения подземных вод?
16. Какой из методов защиты от радиации включает использование дистанционного управления для минимизации воздействия?
17. Какой из радиоизотопов используется для лечения гипертиреоза?
18. Какой из методов наиболее подходит для оценки внутреннего облучения организма?
19. Какой из изотопов используется в промышленности для контроля качества сварных швов?

20. Какой из методов позволяет наиболее точно измерять активность радиоизотопов в твердых образцах?

Для промежуточной аттестации:

Темы курсовых работ

Примерные темы курсовых работ:

1. Исследование радиоизотопного метода датировки в геологии и археологии: роль в оценке долговечности материалов атомных станций.
2. Применение радиоизотопов в гидрологии для изучения водных ресурсов: мониторинг водообеспечения атомных станций.
3. Использование радиоизотопов в криминалистике и судебной экспертизе: расследование инцидентов на атомных станциях.
4. Радиоизотопы в космических исследованиях: использование и безопасность, параллели с атомными станциями.
5. Разработка методов утилизации радиоактивных отходов: инновационные подходы для атомных станций.
6. Применение радиоизотопов в изучении процессов коррозии и материаловедения: обеспечение долговечности оборудования атомных станций.
7. Радиоизотопы в биологических исследованиях: использование в оценке воздействия атомных станций на окружающую среду.
8. Влияние радиоизотопов на морские экосистемы и их обитателей: оценка воздействия выбросов атомных станций.
9. Использование радиоизотопов в пищевой промышленности для стерилизации продуктов: безопасность в зонах, прилегающих к атомным станциям.
10. Исследование роли радиоизотопов в климатологии и изучении изменения климата: оценка вклада атомных станций в углеродный след.
11. Разработка новых радиоизотопных технологий для медицинской визуализации: использование на базе атомных станций.
12. Экономические аспекты производства и использования радиоизотопов: влияние на экономику регионов с атомными станциями.
13. Применение радиоизотопов в энергетике: перспективы и вызовы для атомных станций.
14. Исследование взаимодействия радиоизотопов с наноматериалами: потенциал для улучшения безопасности атомных станций.
15. Влияние радиоизотопов на почвенные экосистемы и сельское хозяйство: мониторинг вблизи атомных станций.
16. Радиоизотопы в ядерной медицине: новые подходы и технологии, разрабатываемые на базе атомных станций.
17. Анализ радиационного воздействия на авиацию и космические аппараты: уроки для атомных станций.
18. Исторический обзор использования радиоизотопов в различных отраслях: влияние на развитие атомных станций.
19. Радиоизотопы в экстренной медицине: подготовка и реагирование на радиационные инциденты на атомных станциях.
20. Применение радиоизотопов в химической и нефтехимической

промышленности: опыт для повышения эффективности атомных станций.

При выполнении курсовой работы начните с выбора актуальной темы, которая соответствует вашим интересам и знаниям. Изучите предложенные темы и выберите наиболее интересную. Затем составьте план работы, включающий этапы исследования, сроки их выполнения и ожидаемые результаты. На этапе исследования соберите и изучите литературу по выбранной теме, используя актуальные научные статьи, книги и другие надежные источники. Проанализируйте собранные данные, выделите ключевые моменты и сформулируйте основные выводы. При написании работы структурируйте её по стандартной схеме: введение, основная часть, заключение, включая теоретический обзор, описание методов и результатов исследования. Оформите работу в соответствии с требованиями, уделяя внимание правильному цитированию и оформлению списка литературы.

Перечень вопросов к экзамену:

1. Определение радиоизотопов и их основные свойства.
2. Различия между стабильными и радиоактивными изотопами.
3. Принципы радиоактивного распада и его типы.
4. Понятие периода полураспада и его значение.
5. Основные методы получения радиоизотопов.
6. Применение радиоизотопов в медицине.
7. Использование радиоизотопов в промышленности.
8. Радиоизотопные методы в археологии и геологии.
9. Применение радиоизотопов в сельском хозяйстве.
10. Методы детектирования и измерения радиоактивности.
11. Влияние радиоизотопов на здоровье человека.
12. Меры защиты от радиационного воздействия.
13. Принципы работы дозиметров и их виды.
14. Экологические аспекты использования радиоизотопов.
15. Радиоизотопы в ядерной энергетике.
16. Методы утилизации радиоактивных отходов.
17. Законодательство и нормы радиационной безопасности.
18. Радиоизотопы в научных исследованиях.
19. Влияние радиоактивного загрязнения на окружающую среду.
20. Принципы экранирования от различных видов излучения.
21. Методы радиационной стерилизации продуктов.
22. Радиоизотопы в криминалистике и судебной экспертизе.
23. Использование радиоизотопов в гидрологии.
24. История открытия и изучения радиоактивности.
25. Современные технологии в области радиоизотопов.
26. Радиоизотопы в космических исследованиях.
27. Методы радиационной терапии в онкологии.
28. Применение радиоизотопов в климатологии.
29. Влияние радиоизотопов на морские экосистемы.
30. Разработка новых радиоизотопных технологий.
31. Использование урана-235 в атомной энергетике.

32. Применение плутония-239 в реакторах.
33. Роль цезия-137 в ядерной энергетике и его последствия в аварийных ситуациях.
34. Использование кобальта-60 в промышленной радиографии и энергетике.
35. Применение трития в ядерных реакциях.
36. Влияние стронция-90 на окружающую среду и его источники.
37. Методы контроля и управления радиоактивностью в атомных электростанциях.
38. Использование радиоизотопов для мониторинга работы атомных реакторов.
39. Применение радиоизотопов для диагностики и контроля материалов в энергетике.
40. Влияние радиоизотопов на безопасность атомных станций.

Билет 1

1. Определение радиоизотопов и их основные свойства.
2. Использование урана-235 в атомной энергетике.
3. Рассчитайте активность радиоизотопа, если его начальная масса составляет 2 г, а период полураспада – 5 дней.

Билет 2

1. Принципы радиоактивного распада и его типы.
2. Применение плутония-239 в реакторах.
3. Определите оставшуюся массу радиоизотопа через 10 дней, если начальная масса составляет 5 г и период полураспада – 3 дня.

Билет 3

1. Влияние радиоизотопов на здоровье человека.
2. Использование кобальта-60 в промышленной радиографии и энергетике.
3. Определите время, за которое активность радиоизотопа уменьшится в 4 раза, если его период полураспада – 6 ч.

Билет 4

1. Методы утилизации радиоактивных отходов.
2. Применение трития в ядерных реакциях.
3. Рассчитайте необходимую толщину свинцового экрана для снижения уровня гамма-излучения на 90%, если начальная интенсивность составляет 100 мкЗв/ч.

Билет 5

1. Экологические аспекты использования радиоизотопов.
2. Влияние стронция-90 на окружающую среду и его источники.
3. Определите концентрацию радиоактивных веществ в точке, расположенной в 10 км от источника выброса, через 5 ч после аварии.

Билет 6

1. История открытия и изучения радиоактивности.
2. Применение радиоизотопов в климатологии.
3. Рассчитайте, через сколько дней активность радиоизотопа уменьшится до 10% от начальной, если его период полураспада составляет 7 дней.

Билет 7

1. Радиоизотопы в научных исследованиях.

2. Использование радиоизотопов для мониторинга работы атомных реакторов.
3. Определите дозу облучения для населения, если аварийный выброс радиоизотопа привел к уровню радиации 0.2 мЗв/ч в течение 6 часов.

Билет 8

1. Законодательство и нормы радиационной безопасности.
2. Методы контроля и управления радиоактивностью в атомных электростанциях.
3. Рассчитайте период полураспада изотопа, если его активность уменьшилась с 1000 Бк до 250 Бк за 8 ч.

Билет 9

1. Принципы экранирования от различных видов излучения.
2. Применение радиоизотопов для диагностики и контроля материалов в энергетике.
3. Рассчитайте количество изотопа, оставшегося в растворе после экстракции, если начальная активность составляла 600 Бк, а эффективность экстракции – 75%.

Билет 10

1. Методы радиационной стерилизации продуктов.
2. Влияние радиоизотопов на безопасность атомных станций.
3. Определите, сколько ложных срабатываний произойдет в системе, которая имеет 3% ложных срабатываний при 5000 проверках.