



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

УТВЕРЖДАЮ  
Директор ИАТЭ

\_\_\_\_\_ С.О.Гапоненко  
« 18 » марта 2025 г.

### РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Инструментальные методы контроля ионизирующего излучения

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 «Инструментальные методы контроля ионизирующего излучения» является изучение теоретических и практических основ измерения и контроля ионизирующего излучения с использованием современных инструментальных методов, обучение правилам безопасности при работе с источниками ионизирующего излучения и методам защиты, формирование навыков работы с оборудованием и приборами, предназначенными для детектирования и измерения различных видов ионизирующего излучения, развитие способности анализировать и интерпретировать данные, полученные в результате измерений ионизирующего излучения.

Задачи дисциплины направлены на ознакомление с основными принципами работы и характеристиками приборов для детектирования и измерения ионизирующего излучения, освоение методов калибровки и проверки точности измерительных приборов, развитие навыков проведения лабораторных исследований и полевых измерений ионизирующего излучения, ознакомление с международными и национальными стандартами и нормативами в области контроля ионизирующего излучения, разработка и реализация проектов по улучшению систем контроля ионизирующего излучения в различных сферах деятельности.

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-2.5. Способен применять знания характеристик методов радиометрического и дозиметрического контроля для обеспечения и ведения безопасного режима работы АЭС

## 2. Место дисциплины в структуре ОП

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

Нейтронно-физические реакторные измерения

Радиационная химия и радиационная безопасность ядерных энергетических установок

Дозиметрия и защита от ионизирующих излучений

Экологические аспекты развития атомной энергетики

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

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
			А
<b>ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ</b>	<b>4</b>	<b>144</b>	<b>144</b>
КОНТАКТНАЯ РАБОТА*	-	54	54
АУДИТОРНАЯ РАБОТА	1,5	54	54
Лекции	0,5	18	18
Практические (семинарские) занятия		-	-
Лабораторные работы	1	36	36
САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ	1,5	54	54
Проработка учебного материала	0,5	18	18
Курсовой проект	-	-	-
Курсовая работа	-	-	-
Подготовка к промежуточной аттестации	1	36	36
Промежуточная аттестация:			Э

#### 3.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам и видам занятий

Разделы дисциплины	Всего часов	Распределение трудоёмкости по видам учебной работы				Формы и вид контроля	Индексы индикаторов формируемых компетенций
		лекции	лаб. раб.	пр. зан.	сам. раб.		
Раздел 1	36	6	12		6	ТК1	ПК-2.5. -3 –У- В
Раздел 2	36	6	12		6	ТК2	ПК-2.5. -3 –У- В
Раздел 3	36	6	12		6	ТК3	ПК-2.5. -3 –У- В
Экзамен	36				36	<b>ОМ 1</b>	<b>ПК-2.5</b>
<b>Итого за А семестр</b>	<b>144</b>	<b>18</b>	<b>36</b>		<b>54</b>		
<b>ИТОГО</b>	<b>144</b>	<b>18</b>	<b>36</b>		<b>54</b>		

#### 3.3. Содержание дисциплины

Раздел 1. Введение в инструментальные методы контроля

ионизирующего излучения.

Введение в ионизирующее излучение. Классификация ионизирующего излучения: альфа, бета, гамма, нейтроны. Взаимодействие ионизирующего излучения с веществом (Ионизация, возбуждение, поглощение, рассеяние). Единицы измерения ионизирующего излучения. Классификация ионизирующего излучения. Характерные константы ионизирующего излучения. Линейная передача энергии (LET), коэффициенты поглощения и рассеяния.

Детектирование ионизирующего излучения. Принципы преобразования энергии излучения в измеряемый сигнал. Типы детекторов и их применение. Газонаполненные, сцинтилляционные, полупроводниковые, нейтронные детекторы. Характеристики детекторов. Эффективность детектирования: абсолютная и относительная эффективность. Временное разрешение и мертвое время: Влияние на точность измерений и способы минимизации.

Методы калибровки и стандартизации. Процедуры калибровки. Протоколы работы с детекторами для минимизации радиационного воздействия.

Обзор типов детекторов. Газонаполненные ионизационные детекторы. Ионизационная камера для измерения мощности дозы или поглощенной дозы. Ионизация газа внутри детектора. Пропорциональные счетчики. Счетчик Гейгера-Мюллера. Несамогасящиеся и самогасящиеся счетчики.

Сцинтилляционный счетчик, принцип работы. Сцинтилляторы. Применение сцинтилляционных кристаллов (например, NaI(Tl)), которые излучают свет при взаимодействии с излучением. Механизм сцинтилляции.

Полупроводниковый детектор. Диффузионные и поверхностно-барьерные детекторы. Использование полупроводниковых материалов (кремний, германий) для измерения энергии ионизирующих частиц.

Счетчики нейтронов. Тепловые нейтронные детекторы. Использование материалов, взаимодействующих с нейтронами (например, бор, гелий-3).

Специальные детекторы. Черенковские, экзопланетные, термолюминесцентные и радиолюминесцентные детекторы.

Химическая дозиметрия. Дозиметр Фрикке. Фотграфические дозиметры.

## **Раздел 2. Методы и технологии контроля ионизирующего излучения**

Классификация методов контроля по типу детектируемого излучения. Методы и устройства для детектирования Альфа-излучения, использование альфа-спектрометров. Особенности детектирования Бета-излучения, включая использование тонкопленочных детекторов. Применение гамма-спектрометров и дозиметров для мониторинга Гамма-излучения.

Нейтронное излучение. Нейтронные спектрометры. Использование источников излучения для активации анализируемых объектов, естественного излучения объектов или окружающей среды. Персональный контроль. Индивидуальные дозиметры, мониторинг персонала. Стационарный контроль: Лабораторный контроль. Аналитические методы и оборудование для детального анализа проб.

Современные технологии и инновации в контроле излучения. Цифровые

системы мониторинга. Внедрение цифровых дозиметров и спектрометров. Преимущества цифровых технологий в точности и надежности измерений. Дистанционный и автоматизированный контроль. Использование больших данных и искусственного интеллекта для прогнозирования и анализа.

Калибровка и стандартизация методов и оборудования. Использование эталонных источников и стандартов. Международные и национальные стандарты. Обзор стандартов ISO и других организаций. Влияние стандартов на практику контроля ионизирующего излучения.

**Раздел 3. Применение инструментальных методов контроля на атомных станциях.**

Специфика применения инструментальных методов контроля ионизирующего излучения в условиях атомных станций. Мониторинг радиационной обстановки, контроль выбросов и управление радиационной безопасностью на различных этапах эксплуатации атомных станций.

Мониторинг радиационной обстановки. Применение гамма-спектрометров и нейтронных детекторов для оценки радиационного фона и выявления изменений в режиме реального времени. Мобильные и переносные устройства для проведения инспекций и измерений в труднодоступных местах. Применение беспилотных летательных аппаратов и роботов, оснащенных детекторами, для мониторинга в зонах с повышенной радиацией

Контроль выбросов и загрязнений. Анализ выбросов радиоактивных веществ. Сцинтилляционные и полупроводниковые детекторы для анализа выбросов в атмосферу и воду. Специализированные газоанализаторы для контроля радиоактивных газов.

Мониторинг состояния окружающей среды. Сети сенсоров для контроля радиационного фона вокруг станции. Термолюминесцентные и радиолюминесцентные детекторы долговременного мониторинга загрязнений.

Управление радиационной безопасностью. Цифровые дозиметры с функцией дистанционного считывания и анализа данных. Автоматизированные системы оповещения и реагирования. Интегрированные системы управления радиационной безопасностью, объединяющих данные от различных типов детекторов.

Инструментальные методы в аварийных ситуациях. Специализированные детекторы для выявления и контроля источников радиации в аварийных условиях. Симуляторы и тренажеры для подготовки персонала к работе с инструментальными методами в аварийных ситуациях. Проведение регулярных учений с использованием реального оборудования для повышения готовности персонала.

### **3.4. Тематический план практических занятий**

Данный вид работы не предусмотрен учебным планом

### **3.5. Тематический план лабораторных работ**

1. Изучение принципов работы дозиметров и радиометров.

2. Калибровка приборов измерения ионизирующего излучения.
3. Определение фона ионизирующего излучения в лабораторных условиях.
4. Исследование взаимодействия ионизирующего излучения с веществом.
5. Анализ спектров излучения различных источников.
6. Оценка погрешностей измерений ионизирующего излучения.
7. Использование сцинтилляционных детекторов для радиационного контроля.
8. Применение газоразрядных детекторов в радиометрии.
9. Исследование полупроводниковых детекторов и их характеристик.
10. Методы спектрометрии для анализа радионуклидов.
11. Оценка эффективности различных методов радиационного контроля.
12. Сравнение методов измерения альфа-, бета- и гамма-излучения.
13. Мониторинг радиационной обстановки на территории АЭС.
14. Контроль радиоактивных выбросов в окружающую среду.
15. Оценка радиационной безопасности рабочих зон на АЭС.
16. Применение дистанционных методов контроля на АЭС.
17. Анализ аварийных ситуаций и оценка радиационного риска.
18. Разработка мероприятий по снижению радиационного воздействия на персонал и окружающую среду.

### 3.6. Курсовой проект /курсовая работа

Данный вид работы не предусмотрен учебным планом

### 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-2.5 Способен применять знания характеристик методов радиометрического и дозиметрического	знать:	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе, имеет место несколько	Минимально допустимый уровень знаний, имеет место много	Уровень знаний ниже минимальных требований, имеют место
		основы ионизирующего излучения и его воздействие; принципы работы приборов радиометрического				

	ского контроля для обеспечения и ведения безопасного режима работы АЭС	кого и дозиметрического контроля; нормативные требования к радиационной безопасности на АЭС.	ошибок	негрубых ошибок	негрубых ошибок	грубые ошибки	
	уметь:						
	проводить измерения уровня радиации с использованием различных приборов; анализировать результаты радиометрических и дозиметрических измерений; оценивать радиационную обстановку и принимать меры для обеспечения безопасности	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 и ошибками, выполнены все задания, но не в полном объеме	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения, имеют место грубые ошибки		
	владеть:						
навыками работы с основными приборами контроля ионизирующего излучения; методами калибровки и проверки точности измерительных приборов; технологиями применения инструментальных методов для обеспечения безопасной эксплуатации АЭС			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		

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. Физические основы автоматизированных систем радиационного контроля атомных электростанций : учебное пособие / А. П. Елохин. - Москва : НИЯУ МИФИ, 2019. - 576 с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/175415>. - ISBN 978-5-7262-2526-5. - Текст : электронный.
2. Измерение ионизирующих излучений: теоретические и прикладные аспекты, методы и средства : учебное пособие / А. Ф. Дресвянников, М. Е. Колпаков, Е. А. Ермолаева [и др.]. – Казань : КНИТУ, 2018. – 140 с. – ISBN 978-5-7882-2304-9. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/138428>.

#### 5.1.2. Дополнительная литература

3. Радиационная экология : учебное пособие / Д. Ч. Ким, Д. И. Левит, Г. Д. Гаспарян. - 3-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2022. - 242 с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/183677>. - ISBN 978-5-8114-9021-9 : ~Б. ц. - Текст : электронный.
4. Елохин, А. П. Автоматизированные системы контроля радиационной обстановки окружающей среды : учебное пособие / А. П. Елохин. – Москва : НИЯУ МИФИ, 2012. – 316 с. – ISBN 978-5-7262-1716-1. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/75708>

## **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](http://www.i-exam.ru).

### 5.2.2. Профессиональные базы данных / Информационно-справочные системы

1. Международная реферативная база данных ([http:// link.springer.com](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 "Книговыдача

## 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
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

## 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](http://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					



**КГЭУ**

**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**

Инструментальные методы контроля ионизирующего излучения

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 А

Наименование раздела	Формы и вид контроля	Рейтинговые показатели							
		I текущий контроль	Дополнительные баллы к ТК1	II текущий контроль	Дополнительные баллы к ТК2	III текущий контроль	Дополнительные баллы к ТК3	Итого	Промежуточная аттестация
<b>Раздел 1. Введение в инструментальные методы контроля ионизирующего излучения</b>	<b>ТК1</b>	<b>20</b>	<b>10-20</b>					<b>10-20</b>	<b>10-20</b>
Отчет по лабораторной работе (ОЛР)		<b>10</b>							
Тест		<b>10</b>							
<b>Раздел 2. Методы и технологии контроля ионизирующего излучения</b>	<b>ТК2</b>			<b>20</b>	<b>10-20</b>			<b>10-20</b>	<b>10-20</b>
Отчет по лабораторной работе (ОЛР)				<b>10</b>					
Тест				<b>10</b>					
<b>Раздел 3. Применение инструментальных методов контроля на атомных станциях</b>	<b>ТК3</b>					<b>20</b>	<b>15-20</b>	<b>15-20</b>	<b>15-20</b>
Отчет по лабораторной работе (ОЛР)						<b>10</b>			
Собеседование (Сбс)						<b>10</b>			
<b>Промежуточная аттестация, экзамен</b>	<b>ОМ</b>								<b>0-40</b>
Задание промежуточной аттестации									0-10
В письменной форме по билетам									0-30

### 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-2.5 Способен применять знания характеристик методов радиометрического и дозиметрического контроля для обеспечения и ведения безопасного режима работы АЭС	знать:				
		основы ионизирующего излучения и его воздействие; принципы работы приборов радиометрического и дозиметрического контроля; нормативные требования к радиационной безопасности на АЭС.	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 измерения уровня радиации с использованием различных приборов; анализировать результаты радиометрических и дозиметрических измерений; оценивать радиационную обстановку и принимать меры для обеспечения безопасности	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 и ошибками, выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продемонстрированы основные умения, решены типовые задачи с негрубыми и ошибками, выполнены все задания, но не в полном объеме	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения, имеют место грубые ошибки
		владеть:				
навыками работы с		Продемонстрирован	Имеется минимально	При решении		

		основными приборами контроля ионизирующего излучения; методами калибровки и проверки точности измерительных приборов; технологиями применения инструментальных методов для обеспечения безопасной эксплуатации АЭС		ы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	ьный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки, имеют место грубые ошибки
--	--	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--	------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------

Оценка **«отлично»** выставляется за выполнение практических и тестовых заданий; защиты лабораторных работ, понимание теоретических основы и принципов работы приборов радиометрического и дозиметрического контроля 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 теоретических основы и принципов работы приборов радиометрического и дозиметрического контроля при собеседовании, 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
Отчет по лабораторной работе	Выполнение лабораторной работы, обработка результатов испытаний, измерений, эксперимента.	Перечень заданий и вопросов для защиты

(ОЛР)	Оформление отчета, защита результатов лабораторной работы по отчету	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

#### **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-2.5

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

ПК-2.5. Способен применять знания характеристик методов радиометрического и дозиметрического контроля для обеспечения и ведения безопасного режима работы АЭС.

**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 принципов работы дозиметров и радиометров.**

Перечень заданий:

1. Ознакомиться с конструкцией дозиметра ДКС-96.
2. Измерить радиационный фон в лаборатории с помощью дозиметра

ДКС-96.

3. Сравнить показания дозиметра с радиометром МКС-01СА1.
4. Рассчитать среднее значение фона из 10 измерений.
5. Оценить стабильность показаний приборов.

Перечень вопросов для защиты:

1. Какие отличия в принципе работы дозиметров и радиометров?
2. Каковы основные характеристики дозиметра ДКС-96?
3. В чем преимущество использования радиометра МКС-01СА1?
4. Как влияет калибровка на точность измерений?
5. Какие факторы могут вызвать нестабильность показаний?

### **Лабораторная работа 2. Калибровка приборов измерения ионизирующего излучения.**

Перечень заданий:

1. Изучить методику калибровки дозиметра ДКС-96.
2. Провести калибровку дозиметра с использованием эталонного источника Cs-137.
3. Оценить влияние расстояния до источника на калибровку.
4. Сравнить результаты калибровки с паспортными данными прибора.
5. Рассчитать погрешность измерений после калибровки.

Перечень вопросов для защиты:

1. Зачем необходима калибровка приборов?
2. Как влияет расстояние до источника на результаты калибровки?
3. Какие параметры учитываются при калибровке?
4. Какова роль эталонного источника в калибровке?
5. Каковы последствия некорректной калибровки?

### **Лабораторная работа 3. Определение фона ионизирующего излучения в лабораторных условиях.**

Перечень заданий:

1. Измерить радиационный фон в лаборатории с помощью радиометра МКС-01СА1.
2. Провести серию из 20 измерений для оценки стабильности фона.
3. Сравнить полученные данные с нормативными значениями (0,1 мкЗв/ч).
4. Оценить влияние экранирования на уровень фона.
5. Рассчитать среднеквадратичное отклонение измерений.

Перечень вопросов для защиты:

1. Что такое радиационный фон и как он определяется?
2. Какие факторы могут влиять на уровень радиационного фона?
3. Как экранирование влияет на измерения фона?
4. Почему важна оценка стабильности фона?
5. Каковы методы снижения радиационного фона?

### **Лабораторная работа 4. Исследование взаимодействия ионизирующего излучения с веществом.**

Перечень заданий:

1. Изучить взаимодействие гамма-излучения с алюминием.
2. Измерить поглощение излучения источника Со-60 через пластины

толщиной 1, 2 и 3 мм.

3. Построить график зависимости интенсивности излучения от толщины материала.

4. Рассчитать коэффициент линейного ослабления для алюминия.

5. Сравнить результаты с теоретическими значениями.

Перечень вопросов для защиты:

1. Какие виды взаимодействия излучения с веществом существуют?

2. Как рассчитывается коэффициент ослабления излучения?

3. В чем особенности взаимодействия гамма-излучения с металлами?

4. Как изменяется интенсивность излучения с увеличением толщины материала?

5. Какие материалы наиболее эффективно поглощают гамма-излучение?

**Лабораторная работа 5. Анализ спектров излучения различных источников.**

Перечень заданий:

1. Изучить спектр излучения источника Cs-137 с помощью спектрометра.

2. Определить энергетические пики на спектре.

3. Сравнить полученные данные с табличными значениями энергий.

4. Рассчитать разрешающую способность спектрометра.

5. Оценить влияние разрешения на точность определения энергии.

Перечень вопросов для защиты:

1. Что такое спектр излучения и как его анализируют?

2. Как определяется разрешающая способность спектрометра?

3. Какие факторы влияют на точность спектрометрического анализа?

4. Как интерпретировать энергетические пики на спектре?

5. Почему важно знать энергетические характеристики источников?

**Лабораторная работа 6. Оценка погрешностей измерений ионизирующего излучения.**

Перечень заданий:

1. Изучить источники погрешностей в измерениях.

2. Провести эксперимент для оценки погрешностей.

Вопросы для защиты:

1. Какие виды погрешностей существуют в измерениях радиации?

2. Как минимизировать погрешности при измерениях?

**Тест ТК-1**

*Пример задания*

1. Прибор для измерения мощности дозы гамма-излучения:

А) Сцинтилляционный спектрометр

Б) Ионизационная камера

С) Альфа-спектрометр

Д) Газоразрядный детектор

2. Материал, используемый в сцинтилляционных детекторах для регистрации гамма-излучения:

А) Германий

Б) Натрий йодид, активированный талием (NaI(Tl))

- С) Кремний
  - Д) Бор
3. Принцип работы счетчика Гейгера-Мюллера:
- А) Ионизация газа
  - Б) Полупроводниковый эффект
  - С) Сцинтилляция
  - Д) Фотоэлектрический эффект
4. Метод наиболее эффективный для измерения активности альфа-излучающих радионуклидов:
- А) Газоразрядный детектор
  - Б) Полупроводниковый детектор
  - С) Ионизационная камера
  - Д) Нейтронный детектор
5. Факторы наиболее сильно влияющие на точность измерений радиационного фона:
- А) Температура окружающей среды
  - Б) Влажность воздуха
  - С) Калибровка прибора
  - Д) Давление воздуха
6. Прибор для спектрометрического анализа гамма-излучения:
- А) Альфа-спектрометр
  - Б) Полупроводниковый спектрометр HPGe
  - С) Газоразрядный детектор
  - Д) Нейтронный детектор
7. Материалы наиболее эффективно поглощающее нейтронное излучение:
- А) Свинец
  - Б) Водородосодержащие материалы (например, полиэтилен)
  - С) Алюминий
  - Д) Кремний
8. Метод для калибровки дозиметрических приборов:
- А) Использование радиоактивных источников с известной активностью
  - Б) Сравнение с другими приборами
  - С) Теоретическое моделирование
  - Д) Визуальная оценка
9. Детектор наиболее чувствителен к гамма-излучению:
- А) Газоразрядный детектор
  - Б) Сцинтилляционный детектор NaI(Tl)
  - С) Альфа-спектрометр
  - Д) Нейтронный детектор
10. Методов для определения спектра энергии гамма-излучения?
- А) Ионизационная камера
  - Б) Сцинтилляционный спектрометр
  - С) Газоразрядный детектор
  - Д) Альфа-спектрометр

## **Для текущего контроля ТК2:**

Проверяемая компетенция: ПК-2

Индикаторы ПК-2.5

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

ПК-2.5. Способен применять знания характеристик методов радиометрического и дозиметрического контроля для обеспечения и ведения безопасного режима работы АЭС.

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

**Лабораторная работа 7. Использование сцинтилляционных детекторов для радиационного контроля.**

Перечень заданий:

1. Изучить принцип работы сцинтилляционного детектора NaI(Tl).
2. Провести измерение активности источника Sr-90.
3. Оценить эффективность детектора для разных расстояний (1, 2, 5 м).
4. Сравнить результаты с данными ионизационной камеры.
5. Рассчитать чувствительность детектора.

Перечень вопросов для защиты:

1. Как работает сцинтилляционный детектор NaI(Tl)?
2. Какие преимущества и недостатки сцинтилляционных детекторов?
3. Как расстояние до источника влияет на эффективность детектора?
4. В чем отличие сцинтилляционного детектора от ионизационной камеры?
5. Как определяется чувствительность детектора?

**Лабораторная работа 8. Применение газоразрядных детекторов в радиометрии.**

Перечень заданий:

1. Изучить принцип работы газоразрядного детектора Гейгера-Мюллера.
2. Провести измерение уровня радиации источника Co-60.
3. Оценить влияние давления газа на чувствительность детектора.
4. Сравнить результаты с дозиметром ДКС-96.
5. Рассчитать время восстановления детектора.

Перечень вопросов для защиты:

1. Каковы основные характеристики газоразрядного детектора?
2. Как давление газа влияет на работу детектора?
3. В чем преимущества газоразрядных детекторов?
4. Как определяется время восстановления детектора?
5. Какие ограничения у газоразрядных детекторов?

**Лабораторная работа 9. Исследование полупроводниковых детекторов и их характеристик.**

Перечень заданий:

1. Изучить конструкцию и принцип работы полупроводникового

детектора Si(Li).

2. Измерить активность источника Am-241.
3. Оценить влияние температуры на эффективность детектора.
4. Сравнить результаты с сцинтилляционным детектором.
5. Рассчитать энергетическое разрешение детектора.

Перечень вопросов для защиты:

1. Какие преимущества имеют полупроводниковые детекторы?
2. Как температура влияет на работу полупроводниковых детекторов?
3. В чем отличие полупроводниковых детекторов от сцинтилляционных?
4. Как определяется энергетическое разрешение детектора?
5. Какие факторы могут ухудшить работу полупроводникового детектора?

### **Лабораторная работа 10. Методы спектрометрии для анализа радионуклидов.**

Перечень заданий:

1. Изучить методику спектрометрического анализа с помощью HPGe-детектора.
2. Провести анализ спектра излучения смеси изотопов Cs-137 и Co-60.
3. Определить концентрацию каждого изотопа в смеси.
4. Оценить влияние разрешающей способности на результаты анализа.
5. Сравнить полученные концентрации с известными значениями.

Перечень вопросов для защиты:

1. Какие методы спектрометрии используются для анализа радионуклидов?
2. Как определяется концентрация изотопов в смеси?
3. Как разрешающая способность влияет на точность спектрометрии?
4. Какие преимущества имеет HPGe-детектор?
5. В чем сложности анализа смеси изотопов?

### **Лабораторная работа 11. Оценка эффективности различных методов радиационного контроля.**

Перечень заданий:

1. Изучить методы радиационного контроля: дозиметрия, радиометрия, спектрометрия.
2. Провести сравнительный анализ эффективности на примере источника Sr-90.
3. Оценить точность и чувствительность каждого метода.
4. Сравнить затраты времени на проведение измерений.
5. Подготовить отчет с рекомендациями по выбору метода.

Перечень вопросов для защиты:

1. Какие критерии используются для оценки эффективности методов контроля?
2. Как выбрать метод контроля для конкретной задачи?
3. В чем преимущества и недостатки каждого метода?
4. Какова роль точности и чувствительности в выборе метода?
5. Какие факторы могут повлиять на выбор метода контроля?

### **Лабораторная работа 12. Сравнение методов измерения альфа-, бета-**

## **и гамма-излучения.**

Перечень заданий:

1. Изучить методы измерения альфа-, бета- и гамма-излучения.
2. Провести измерение активности источников Am-241 (альфа), Sr-90 (бета), Cs-137 (гамма).
3. Оценить эффективность сцинтилляционного и газоразрядного детекторов для каждого типа излучения.
4. Сравнить результаты с полупроводниковым детектором.
5. Подготовить отчет с рекомендациями по выбору метода для каждого типа излучения.

Перечень вопросов для защиты:

1. Каковы особенности измерения альфа-, бета- и гамма-излучения?
2. Какие приборы используются для каждого типа излучения?
3. В чем преимущества и недостатки различных детекторов для каждого типа излучения?
4. Как выбрать метод измерения в зависимости от типа излучения?
5. Какие факторы могут повлиять на точность измерения каждого типа излучения?

### **Тест ТК2**

1. Детектор для измерения низкоэнергетического гамма-излучения:
  - А) Газоразрядный детектор
  - Б) Сцинтилляционный детектор NaI(Tl)
  - С) Нейтронный детектор
  - Д) Ионизационная камера
2. Тип детектора чаще всего используемый для измерения бета-излучения:
  - А) Полупроводниковый детектор
  - Б) Сцинтилляционный детектор
  - С) Нейтронный детектор
  - Д) Ионизационная камера
3. Приборов для измерения уровня радиации в полевых условиях:
  - А) Стационарный спектрометр
  - Б) Портативный радиометр
  - С) Нейтронный детектор
  - Д) Альфа-спектрометр
4. Метод для анализа радионуклидного состава в жидких образцах:
  - А) Газоразрядная спектрометрия
  - Б) Жидкостная сцинтилляционная спектрометрия
  - С) Полупроводниковая спектрометрия
  - Д) Ионизационная спектрометрия
5. Погрешность измерения активности радиоактивного источника, если при измерении с помощью сцинтилляционного спектрометра было получено значение 1500 распадов в минуту с абсолютной погрешностью  $\pm 50$  распадов в минуту равна:
  - А) 2%

Б) 3,3%

С) 5%

Д) 10%

6. Метод калибровки спектрометров:

А) Использование эталонных радиоактивных источников

Б) Визуальная оценка

С) Сравнение с другими спектрометрами

Д) Теоретическое моделирование

7. Материал для экранирования гамма-излучения:

А) Водородосодержащие материалы

Б) Алюминий

С) Свинец

Д) Кремний

8. Активность альфа-излучающего радионуклида через 10 ч, если его начальная активность составляет 2000 Бк, а период полураспада равен 5 ч равна:

А) 1000 Бк

Б) 1414 Бк

С) 1500 Бк

Д) 1600 Бк

9. Методы для мониторинга радиоактивных аэрозолей:

А) Сцинтилляционная спектрометрия

Б) Газоразрядная спектрометрия

С) Полупроводниковая спектрометрия

Д) Фильтрация и анализ проб

10. Поток нейтронов, проходящих через детектор, если известно, что за 1 мин было зарегистрировано 600 нейтронных событий, а эффективность детектора составляет 30% равен:

А) 1800 нейтронов в мин

Б) 2000 нейтронов в мин

С) 1500 нейтронов в мин

Д) 2100 нейтронов в мин

### ***Пример задания для текущего контроля ТКЗ:***

Проверяемая компетенция: ПК-2

Индикаторы ПК-2.5

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

ПК-2.5. Способен применять знания характеристик методов радиометрического и дозиметрического контроля для обеспечения и ведения безопасного режима работы АЭС.

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

**Лабораторная работа 13. Мониторинг радиационной обстановки на**

## **территории АЭС.**

Перечень заданий:

1. Изучить методики мониторинга радиационной обстановки на АЭС.
2. Провести моделирование мониторинга с использованием дозиметров ДКС-96.
3. Оценить влияние погодных условий на измерения.
4. Сравнить результаты с данными стационарных систем мониторинга.
5. Подготовить отчет о текущем состоянии радиационной обстановки.

Перечень вопросов для защиты:

1. Какие методы используются для мониторинга радиации на АЭС?
2. Как погодные условия влияют на измерения радиации?
3. В чем преимущества и недостатки мобильных и стационарных систем мониторинга?
4. Как обеспечивается непрерывный контроль радиационной обстановки?
5. Какие меры принимаются при отклонении от нормы?

## **Лабораторная работа 14. Контроль радиоактивных выбросов в окружающую среду инструментальными методами.**

Перечень заданий:

1. Изучить методы контроля выбросов радиоактивных веществ на АЭС.
2. Провести моделирование контроля выбросов с использованием радиометра МКС-01СА1.
3. Оценить эффективность фильтрации выбросов.
4. Сравнить результаты с нормативными значениями выбросов.
5. Подготовить отчет с рекомендациями по снижению выбросов.

Перечень вопросов для защиты:

1. Какие методы используются для контроля радиоактивных выбросов?
2. Какова роль фильтрации в снижении выбросов?
3. Какие нормативные требования существуют к выбросам?
4. Как оценивается эффективность контроля выбросов?
5. Какие меры могут быть приняты для снижения выбросов?

## **Лабораторная работа 15. Оценка радиационной безопасности рабочих зон на АЭС.**

Перечень заданий:

1. Изучить методики оценки радиационной безопасности рабочих зон.
2. Провести моделирование оценки безопасности с использованием дозиметров ДКС-96.
3. Оценить влияние экранирования на безопасность рабочих зон.
4. Сравнить результаты с нормативными требованиями.
5. Подготовить отчет с рекомендациями по улучшению безопасности.

Перечень вопросов для защиты

1. Какие факторы влияют на радиационную безопасность рабочих зон?
2. Как экранирование влияет на безопасность рабочих зон?
3. Какие нормативные требования существуют для рабочих зон на АЭС?
4. Как оценивается радиационная безопасность рабочих зон?
5. Какие меры могут быть приняты для улучшения безопасности?

## **Лабораторная работа 16. Применение дистанционных методов контроля на АЭС.**

Перечень заданий:

1. Изучить дистанционные методы радиационного контроля на АЭС.
2. Провести моделирование дистанционного контроля с использованием беспилотных систем.
3. Оценить эффективность дистанционных методов в аварийных ситуациях.
4. Сравнить результаты с данными стационарных систем контроля.
5. Подготовить отчет с рекомендациями по применению дистанционных методов.

Перечень вопросов для защиты:

1. Какие преимущества имеют дистанционные методы контроля?
2. В каких ситуациях применяются дистанционные методы контроля?
3. Какова роль беспилотных систем в дистанционном контроле?
4. Как оценивается эффективность дистанционных методов контроля?
5. Какие ограничения существуют для дистанционных методов контроля?

## **Лабораторная работа 17. Анализ аварийных ситуаций и оценка радиационного риска.**

Перечень заданий:

1. Изучить методики анализа аварийных ситуаций на АЭС.
2. Провести моделирование аварийной ситуации с использованием специализированного программного обеспечения, например, RASCAL или MELCOR.
3. Оценить радиационный риск для персонала и окружающей среды на основе данных моделирования.
4. Сравнить полученные результаты с историческими данными аварий на других АЭС, Чернобыль или Фукусима.
5. Разработать рекомендации по улучшению мер безопасности и снижению радиационного риска.

Вопросы для защиты лабораторной работы:

1. Какие основные методики используются для анализа аварийных ситуаций на АЭС?
2. Каков процесс моделирования аварийной ситуации и какие данные необходимы для его проведения?
3. Какие факторы наиболее сильно влияют на радиационный риск в случае аварии?
4. Как результаты моделирования могут помочь в разработке мер по снижению радиационного риска?
5. Какие уроки можно извлечь из анализа исторических аварий на АЭС для повышения безопасности текущих объектов?

## **Лабораторная работа 18. Разработка мероприятий по снижению радиационного воздействия на персонал и окружающую среду.**

Перечень заданий:

1. Изучить текущие методы и технологии снижения радиационного

воздействия на АЭС.

2. Разработать план мероприятий по снижению радиационного воздействия, используя данные мониторинга за последний год.

3. Оценить потенциальную эффективность предложенных мероприятий с использованием моделирования.

4. Провести сравнение предложенных мероприятий с уже существующими мерами на других АЭС.

5. Подготовить детализированный отчет с рекомендациями по внедрению разработанных мероприятий.

Перечень вопросов для защиты:

1. Какие основные методы используются для снижения радиационного воздействия на АЭС?

2. Каковы критерии оценки эффективности мероприятий по снижению радиационного воздействия?

3. Какие факторы необходимо учитывать при разработке мероприятий по снижению воздействия?

4. Как проводится сравнение эффективности различных мероприятий?

5. Какие возможные трудности могут возникнуть при внедрении новых мер по снижению радиационного воздействия?

#### **Вопросы к комплексному заданию ТКЗ (Срс)**

1. Объясните методы мониторинга радиационной обстановки на территории атомных станций.

2. Охарактеризуйте системы контроля радиоактивных выбросов на АЭС и их эффективность.

3. Опишите процесс оценки радиационной безопасности рабочих зон на атомных станциях.

4. Проанализируйте использование дистанционных методов контроля радиации на АЭС.

5. Объясните методики анализа аварийных ситуаций на атомных станциях.

6. Оцените радиационные риски для персонала и окружающей среды при авариях на АЭС.

7. Охарактеризуйте мероприятия по снижению радиационного воздействия на персонал АЭС.

8. Опишите технологии использования мобильных дозиметров для контроля на территории АЭС.

9. Проанализируйте роль стационарных систем мониторинга радиации в обеспечении безопасности на АЭС.

10. Объясните методы оценки эффективности радиационного экранирования на АЭС.

11. Оцените применение спектрометрии для анализа выбросов радионуклидов на АЭС.

12. Охарактеризуйте использование нейтронных детекторов в зоне реактора.

13. Опишите методы контроля радиационной безопасности при

транспортировке радиоактивных материалов на АЭС.

14. Проанализируйте использование газоразрядных детекторов в аварийных ситуациях на АЭС.

15. Объясните процессы калибровки и проверки радиационного оборудования на АЭС.

16. Оцените влияние погодных условий на результаты радиационного мониторинга на АЭС.

17. Охарактеризуйте методы дистанционного контроля радиации в труднодоступных зонах АЭС.

18. Опишите роль ионизационных камер в постоянном мониторинге радиации на АЭС.

19. Проанализируйте подходы к обучению персонала АЭС методам радиационного контроля.

20. Объясните интеграцию данных радиационного мониторинга в системы управления безопасностью на АЭС.

**Для промежуточной аттестации:**

***Перечень вопросов к экзамену:***

1. Инструментальные методы контроля ионизирующего излучения включают: дозиметрия, радиометрия, спектрометрия (сцинтилляционные спектрометры, полупроводниковые спектрометры), альфа- и бета-спектрометрия, нейтронная активационная анализ, портативные приборы.

2. Принципы работы дозиметров ионизирующего излучения и их классификацию по назначению.

3. Сцинтилляционные детекторы и их применение в радиационном контроле, включая классификацию по принципу действия.

4. Калибровки радиометрических приборов и их классификацию по мобильности.

5. Методы спектрометрии для анализа радионуклидов и их классификацию по типу измеряемого излучения.

6. Газоразрядные детекторы в радиометрии и их классификация по области применения.

7. Преимущества и недостатки полупроводниковых детекторов и их классификацию по принципу действия.

8. Методы измерения мощности дозы радиации и их классификацию по типу измеряемого излучения.

9. Нейтронной активационной анализа в радиационном.

10. Методы контроля радиоактивных выбросов в окружающую среду и их классификацию по назначению.

11. Различие между дозиметрией и радиометрией.

12. Влияние экранирования на уровень ионизирующего излучения.

13. Методы дистанционного контроля радиации на АЭС.

14. Моделирование аварийных ситуаций на атомных станциях.

15. Портативные приборы для полевых измерений радиации и их классификацию по мобильности.

16. Методы оценки радиационного риска на атомных станциях

17. Альфа-спектрометры, устройства, принцип работы.
18. Влияние температуры на работу полупроводниковых детекторов действия.
19. Методы измерения альфа-излучения.
20. Принципы работы нейтронных детекторов.
21. Сцинтилляционные спектрометры в радиационной безопасности и их классификацию по типу измеряемого излучения.
22. Методы измерения бета-излучения и их классификацию по принципу действия.
23. Ионизационные камеры в дозиметрии.
24. Методы анализа радиоактивных осадков.
25. Газоразрядные детекторы в аварийных.
26. Калибровка сцинтилляционных детекторов.
27. Принципы работы жидкостных сцинтилляционных детекторов.

#### **Билет 1**

1. Объясните принципы работы дозиметров и их применение в радиационном контроле.
2. Охарактеризуйте сцинтилляционные детекторы и их использование в спектрометрии.
3. Рассчитайте мощность дозы гамма-излучения на расстоянии 5 метров от источника активности 100 мКи.

#### **Билет 2**

1. Опишите методы контроля радиоактивных выбросов на атомных станциях.
2. Объясните роль ионизационных камер в постоянном мониторинге радиации.
3. Определите коэффициент ослабления для свинцового экрана толщиной 2 см при гамма-излучении с энергией 1 МэВ.

#### **Билет 3**

1. Проанализируйте использование газоразрядных детекторов в радиометрии.
2. Оцените методы дистанционного контроля радиации на АЭС.
3. Рассчитайте активность образца, если известно, что через 3 ч после начала эксперимента она уменьшилась на 25%

#### **Билет 4**

1. Охарактеризуйте методы спектрометрии для анализа радионуклидов.
2. Объясните процесс калибровки радиометрических приборов.
3. Определите время полураспада радиоактивного изотопа, если его активность уменьшилась вдвое за 6 ч.

#### **Билет 5**

1. Опишите методы мониторинга радиационной обстановки на территории АЭС.
2. Оцените преимущества использования полупроводниковых детекторов в спектрометрии.
3. Рассчитайте дозу облучения, полученную человеком за 10 часов при мощности дозы 0,5 мЗв/ч.

#### **Билет 6**

1. Объясните методы анализа аварийных ситуаций на атомных станциях.

2. Охарактеризуйте использование нейтронных детекторов в радиационном контроле.
3. Определите активность источника, если известно, что через 8 ч его активность уменьшилась на 40%.

#### **Билет 7**

1. Проанализируйте методы дистанционного мониторинга радиации в труднодоступных зонах.
2. Опишите процесс оценки радиационной безопасности рабочих зон на АЭС.
3. Рассчитайте толщину свинцового экрана, необходимую для снижения мощности дозы гамма-излучения в 10 раз.

#### **Билет 8**

1. Объясните использование спектрометрии для анализа выбросов радионуклидов на АЭС.
2. Охарактеризуйте мероприятия по снижению радиационного воздействия на персонал.
3. Определите энергию фотона, если известно, что он проходит через алюминиевую пластину толщиной 1 см с интенсивностью, уменьшившейся на 50%.

#### **Билет 9**

1. Опишите методы контроля радиационной безопасности при транспортировке радиоактивных материалов.
2. Оцените применение сцинтилляционных спектрометров в радиационной безопасности.
3. Рассчитайте активность радиоактивного источника через 24 ч, если его начальная активность составляет 200 мКи, а период полураспада 6 ч.

#### **Билет 10**

1. Охарактеризуйте методы оценки радиационного риска для персонала и окружающей среды.
2. Объясните процесс интеграции данных радиационного мониторинга в системы управления безопасностью на АЭС.
3. Определите количество распадов в радиоактивном источнике за 1 час, если его активность составляет 500 Бк.