



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

Радиационный контроль на АЭС

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 освоения дисциплины «Радиационный контроль на АЭС» является формирование базовых знаний о радиационном контроле на АЭС, развитие практических навыков в области радиационного контроля, применения методов и инструментов радиационного мониторинга и анализа на АЭС; обучение управлению радиационными рисками и реагированию на аварийные ситуации, развить способности оценивать радиационные риски и разрабатывать стратегии их минимизации, а также эффективно действовать в условиях радиационной аварии.

Задачи дисциплины ознакомить со структурой и функциями систем радиационной защиты на АЭС, научить студентов использовать современные инструменты и технологии для измерения и анализа радиации, разработать навыки планирования и проведения радиационного мониторинга на атомных станциях, развить способности к критическому анализу данных радиационного мониторинга.

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-2.3 Способен оценивать соответствие эксплуатации объекта использования атомной энергии требованиям отраслевых норм и правил радиационной безопасности и законодательству РФ
	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

Радиационная химия и радиационная безопасность ядерных энергетических установок

Дозиметрия и защита от ионизирующих излучений

Экологические аспекты развития атомной энергетики

Медико-биологические основы радиационной безопасности

Радиоизотопы

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

Безопасное обращение и захоронение радиоактивных отходов и

отработанного ядерного топлива

Инструментальные методы контроля ионизирующего излучения
Современные экспериментальные исследования ядерной физики и энергетики

3. Структура и содержание дисциплины

3.1. Структура дисциплины

Для очной формы обучения

Вид учебной работы	Всего ЗЕ	Всего часов	Семестр
			8
ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ	3	108	108
КОНТАКТНАЯ РАБОТА*	-	40	40
АУДИТОРНАЯ РАБОТА	1,1	40	40
Лекции	0,67	24	24
Практические (семинарские) занятия	0,45	16	16
Лабораторные работы		-	-
САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ	0,89	32	32
Проработка учебного материала		-	-
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 трудоемкости по видам учебной работы				Формы и вид контроля	Индексы индикаторов формируемых компетенций
		лекции	лаб. раб.	пр. зан.	сам. раб.		
Раздел 1	24	8	-	6	10	ТК1	ПК-2.3. -3 –У- В ПК-2.5. 3.-У-В
Раздел 2	24	8	-	6	10	ТК2	ПК-2.3. -3 –У- В ПК-2.5. 3.-У-В
Раздел 3	24	8	-	4	12	ТК3	ПК-2.3. -3 –У- В ПК-2.5. 3.-У-В
Экзамен	36		-	-	36	ОМ 1	ПК-23; ПК-2.5
Итого за 8 семестр	108	24	-	16	32		
ИТОГО	108	24	-	16	32		

3.3. Содержание дисциплины

Раздел 1. Радиационные риски и аварийные ситуации на АЭС.

Структура и функции систем радиационной защиты на АЭС. Описание систем и оборудования для радиационного контроля на атомных станциях. Организация зон контроля и режимов работы. Значения допустимых уровней радиационного воздействия. Обращение с газообразными радиоактивными отходами. Методы оценки радиационных рисков для персонала и населения. Стратегии снижения радиационных рисков. Аварийное реагирование и ликвидация последствий. Протоколы и процедуры в случае радиационной аварии. Оценка и минимизация последствий радиационных аварий. Обучение и подготовка персонала. Программы обучения для персонала АЭС. Роль тренировок и учений в повышении готовности к чрезвычайным ситуациям.

Раздел 2. Технические средства и методы радиационного контроля на АЭС

Схема построения ВВЭР. Процессы, протекающие в теплоносителе. Контроль состояния защитных барьеров. Технические средства и методы контроля радиоактивных выбросов. Непрерывный отбор радиоактивных аэрозолей. Программы мониторинга окружающей среды и выбросов. Методы анализа проб воздуха, воды и почвы на наличие радиоактивности. Средства очистки радиоактивных газов и аэрозолей.

Контроль состояния оболочек тепловыделяющих элементов (состояния активной зоны реактора). Планирование и проведение радиационного контроля: Разработка планов радиационного контроля. Практические аспекты проведения измерений и анализа данных.

Раздел 3. Автоматизированный радиационный контроль на АЭС

Проблемы контроля окружающей среды при эксплуатации атомных электростанций и других радиационноопасных предприятий атомной промышленности и методы их решения. Общие принципы построения автоматизированных систем радиационного мониторинга внешней среды для АЭС. Измерение метеопараметров атмосферы и способы их уточнения. Модель переноса радиоактивной примеси в атмосфере. Оценка мощности дозы внешнего облучения. Оценка уровней радиоактивного загрязнениястилающей поверхности. Оценка мощности дозы внешнего облучения отстилающей поверхности. Физические основы определения радиоактивных выбросов и радиоактивного загрязнения подстилающей поверхности при помощи радиолокационных станций.

Приборное обеспечение. Датчик определения мощности выброса в вентиляционных трубах АЭС, основанный на методе регистрации магнитного поля, создаваемого ионизированным воздушным потоком. Датчик мощности радиоактивных выбросов. Определение мощности источника радиоактивных выбросов по коэффициенту отражения электромагнитных волн.

Метод оценки мощности выброса инертных радиоактивных газов, выходящих из пассивной системы фильтрации межоболочечного пространства реактора ВВЭР-1500, в условиях запроектной аварии.

Высокотемпературные гамма –датчики для определения радиоактивных выбросов АЭС с реактором ВВЭР-1500 в условиях радиационных аварий.

3.4. Тематический план практических занятий

1. Выполнение расчетов для оценки радиационного риска для персонала и населения на основе различных сценариев аварийных ситуаций.

2. Расчет и моделирование зон радиационного контроля на АЭС, включая определение границ зон и допустимых уровней радиации.

3. Расчет и моделирование распространения радиоактивных веществ в случае аварии, оценка последствий и разработка мер по их минимизации.

4. Анализ эффективности систем аварийной вентиляции. Выполнение расчетов для оценки эффективности систем аварийной вентиляции в условиях различных сценариев, включая анализ распределения радиоактивных веществ в вентиляционных системах.

5. Расчет и оценка целостности защитных барьеров на основе данных мониторинга, а также прогнозирование их долговечности и надежности

6. Расчет эффективности различных фильтров для очистки радиоактивных газов и аэрозолей, определение остаточной активности после фильтрации.

7. Моделирование переноса радиоактивных веществ. Использование моделей для расчета переноса радиоактивных веществ в атмосфере и оценки их воздействия на окружающую среду.

8. Оценка мощности дозы внешнего облучения. Расчет мощности дозы внешнего облучения от различных источников, включая оценку влияния метеорологических условий.

3.5. Тематический план лабораторных работ

Данный вид работы не предусмотрен учебным планом

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-2.3 Способен	знать:				
		понятия и	Уровень	Уровень	Минимал	Уровень

<p>оценивать соответствие эксплуатации и объекта использования атомной энергии требованиям отраслевых норм и правил радиационной безопасности и законодательству РФ</p>	<p>принципы радиационной безопасности; нормативно-правовой базой радиационной безопасности, отраслевые нормы и правила, регулирующие эксплуатацию объектов атомной энергии; структуру и функции систем радиационного контроля на атомных электростанциях; методы оценки радиационных рисков</p>	<p>знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок</p>	<p>знаний в объеме, соответствующем программе, имеет место несколько негрубых ошибок</p>	<p>допустимый уровень знаний, имеет место много негрубых ошибок</p>	<p>знаний ниже минимальных требований, имеют место грубые ошибки</p>
<p>уметь:</p>					
<p>оценивать соответствие эксплуатации атомных электростанций требованиям радиационной безопасности; быть способны разрабатывать и внедрять планы радиационного контроля; проводить радиационный мониторинг и анализ, используя современные инструменты и методы для измерения и анализа радиации</p>	<p>Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме</p>	<p>Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с негрубыми и ошибками, выполнены все задания в полном объеме, но некоторые недочеты</p>	<p>Продемонстрированы основные умения, решены типовые задачи с негрубыми и ошибками, выполнены все задания, но не в полном объеме</p>	<p>При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения, имеют место грубые ошибки</p>	

		<p>владеть:</p> <p>навыками работы с оборудованием для радиационного контроля, использовать технологиями оценки и управления радиационным и рисками; навыками документирования и отчетности, что предполагает способность составлять отчеты и документацию в соответствии с требованиями законодательства и отраслевых норм</p>	<p>Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов</p>	<p>Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами</p>	<p>Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами</p>	<p>При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки, имеют место грубые ошибки</p>
<p>ПК-2</p>	<p>ПК-2.5 Способен применять знания характеристик методов радиометрического и дозиметрического контроля для обеспечения и ведения безопасного режима работы АЭС</p>	<p>Знать</p> <p>характеристики и принципы работы методов радиометрического и дозиметрического контроля, включая; нормативные требования и стандарты, регулирующие радиометрический и дозиметрический контроль на атомных электростанциях; источники радиации на АЭС и их потенциальное воздействие на безопасность</p>	<p>Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок</p>	<p>Уровень знаний в объеме, соответствующем программе, имеет место несколько негрубых ошибок</p>	<p>Минимально допустимый уровень знаний, имеет место много негрубых ошибок</p>	<p>Уровень знаний ниже минимальных требований, имеют место грубые ошибки</p>

	эксплуатации				
	Уметь:				
	применять знания о методах радиометрического и дозиметрического контроля для обеспечения безопасного режима работы АЭС; оценивать результаты радиометрического и дозиметрического контроля, выявлять отклонения от норм и принимать обоснованные решения по обеспечению радиационной безопасности; разрабатывать и внедрять процедуры радиометрического и дозиметрического контроля в рамках системы управления безопасностью АЭС.	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				
	практическими навыками работы с радиометрическим и дозиметрическим оборудованием; эффективно использовать инструменты	Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки, имеют

		для проведения регулярного контроля и мониторинга радиационной обстановки на АЭС; методиками анализа и обработки данных, полученных в результате радиометрического и дозиметрического контроля, и уметь документировать результаты для последующего анализа и отчетности		недочетам и	ми недочетами	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. Ерофеев, В. А. Методы и средства контроля газоаэрозольных выбросов : учебное пособие / В. А. Ерофеев. — 2-е изд., испр. и перераб. — Севастополь : СевГУ, 2020. — 167 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/164933>
2. Эксплуатация атомных электростанций : учебное пособие / А. М. Грибков, Н. Д. Чичирова. - Казань : КГЭУ, 2024. - 238 с. - URL: <https://lib.kgeu.ru/>. - Текст : электронный.

5.1.2. Дополнительная литература

3. Аппаратура контроля радиационной безопасности АЭС с ВВЭР и РБМК / под ред. В. В. Матвеева. - Москва : Энергоатомиздат, 1987. - 160с : ил. -

Текст : непосредственный.

4. 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. Дозиметрия и радиационная безопасность на АЭС : учебное пособие для техникумов / Б. П. Голубев, В. Ф. Козлов, С. Н. Смирнов. - Москва : Энергоатомиздат, 1984. - 216 с. : ил. - Текст : непосредственный.

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](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
Практические занятия	Учебная лаборатория А-208	Специализированное лабораторное оборудование по профилю лаборатории
	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
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. 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:

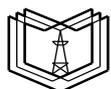
- формирование у обучающихся научного мировоззрения;

- 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**

Радиационный контроль на АЭС

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 8

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
Раздел 1 Радиационные риски и аварийные ситуации на АЭС.	ТК1	20	10-20					10-20	10-20
Практическое задание (ПЗ)		10							
Тест		10							
Раздел 2. Технические средства и методы радиационного контроля на АЭС	ТК2			20	0-20			10-20	10-20
Практическое задание (ПЗ)				10					
Тест				10					
Раздел 3. Автоматизированный радиационный контроль на АЭС	ТК3					20	15-20	15-20	15-20
Практическое задание (ПЗ)						10			
Собеседование (Сбс)						10			
Промежуточная аттестация, экзамен	ОМ								0-40
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-2.3 Способен оценивать соответствие эксплуатации и объекта использования атомной энергии требованиям отраслевых норм и правил радиационной безопасности и и законодательству РФ	знать:				
		понятия и принципы радиационной безопасности; нормативно-правовой базой радиационной безопасности, отраслевые нормы и правила, регулирующие эксплуатацию объектов атомной энергии; структуру и функции систем радиационного контроля на атомных электростанциях; методы оценки радиационных рисков	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:				
		оценивать соответствие эксплуатации атомных электростанций требованиям радиационной безопасности; быть способны разрабатывать и внедрять планы радиационного контроля;	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

		проводить радиационный мониторинг и анализ, используя современные инструменты и методы для измерения и анализа радиации	выполнены все задания в полном объеме	задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	но не в полном объеме	
		владеть:				
		навыками работы с оборудованием для радиационного контроля, использовать технологиями оценки и управления радиационным и рисками; навыками документирования и отчетности, что предполагает способность составлять отчеты и документацию в соответствии с требованиями законодательства и отраслевых норм	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
ПК-2	ПК-2.5 Способен применять знания характеристик методов радиометрического и дозиметрического контроля для обеспечения и ведения безопасного	Знать характеристики и принципы работы методов радиометрического и дозиметрического контроля, включая; нормативные требования и стандарты, регулирующие радиометрические	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

	режима работы АЭС	кий и дозиметрический контроль на атомных электростанциях; источники радиации на АЭС и их потенциальное воздействие на безопасность эксплуатации				
Уметь:						
		применять знания о методах радиометрического и дозиметрического контроля для обеспечения безопасного режима работы АЭС; оценивать результаты радиометрического и дозиметрического контроля, выявлять отклонения от норм и принимать обоснованные решения по обеспечению радиационной безопасности; разрабатывать и внедрять процедуры радиометрического и дозиметрического контроля в рамках системы управления безопасностью АЭС.	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				
		практическими навыками работы с радиометрическим и дозиметрическим оборудованием; эффективно использовать инструменты для проведения регулярного контроля и мониторинга радиационной обстановки на АЭС; методиками анализа и обработки данных, полученных в результате радиометрического и дозиметрического контроля, и уметь документировать результаты для последующего анализа и отчетности	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; теоретических основ автоматизированного радиационного контроля на АЭС при собеседовании, полные и содержательные ответы на вопросы билета (теоретическое и практическое задание);

Оценка **«хорошо»** выставляется за выполнение тестовых заданий; понимание теоретических основ радиационного контроля на АЭС, ответы на вопросы билета (практическое задание);

Оценка **«удовлетворительно»** выставляется за выполнение тестовых заданий и; ответы на вопросы билета (практическое задание);

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
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-2.3; 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-2.3 Способен оценивать соответствие эксплуатации объекта использования атомной энергии требованиям отраслевых норм и правил радиационной безопасности и законодательству РФ.

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

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

Практическое занятие 1. Выполнение расчетов для оценки радиационного риска для персонала и населения на основе различных сценариев аварийных ситуаций.

1. Оцените радиационный риск для персонала, находящегося в зоне с мощностью дозы 0,5 мЗв/ч в течение 8 ч. Начальная доза: $0,5 \text{ мЗв/ч} \times 8 \text{ ч} = 4 \text{ мЗв}$.

2. Рассчитайте риск для населения, если в 5 км от АЭС произошел

выброс, увеличивший мощность дозы до 0,1 мЗв/ч на 24 ч. Накопленная доза: $0,1 \text{ мЗв/ч} \times 24 \text{ ч} = 2,4 \text{ мЗв}$.

3. Определите вероятность возникновения радиационного заболевания при воздействии дозы 50 мЗв. Вероятность заболевания: $0,05\% \text{ на мЗв} \times 50 \text{ мЗв} = 2,5\%$.

4. Рассчитайте риск для персонала, работающего в зоне с мощностью дозы 2 мЗв/ч в течение 2 ч в неделю на протяжении года (50 недель). Годовая доза: $2 \text{ мЗв/ч} \times 2 \text{ ч} \times 50 \text{ недель} = 200 \text{ мЗв}$.

5. Оцените риск для населения, если авария привела к выбросу с мощностью дозы 0,05 мЗв/ч на расстоянии 10 км от АЭС на протяжении 48 часов. Накопленная доза: $0,05 \text{ мЗв/ч} \times 48 \text{ ч} = 2,4 \text{ мЗв}$.

6. Рассчитайте вероятность возникновения рака при получении дозы 100 мЗв. Вероятность рака: $0,1\% \text{ на мЗв} \times 100 \text{ мЗв} = 10\%$.

7. Оцените риск для детей, находящихся в зоне с мощностью дозы 0,2 мЗв/ч в течение 12 часов. Накопленная доза: $0,2 \text{ мЗв/ч} \times 12 \text{ ч} = 2,4 \text{ мЗв}$.

8. Рассчитайте риск для беременных женщин при воздействии дозы 10 мЗв. Вероятность осложнений: $0,2\% \text{ на мЗв} \times 10 \text{ мЗв} = 2\%$.

9. Оцените риск для персонала, если аварийная ситуация привела к кратковременному увеличению мощности дозы до 5 мЗв/ч на 30 мин. Накопленная доза: $5 \text{ мЗв/ч} \times 0,5 \text{ ч} = 2,5 \text{ мЗв}$.

10. Рассчитайте общий риск для населения, если авария привела к выбросу, который увеличил мощность дозы до 0,01 мЗв/ч на протяжении 72 ч. Накопленная доза: $0,01 \text{ мЗв/ч} \times 72 \text{ ч} = 0,72 \text{ мЗв}$.

Практическое занятие 2: Расчет и моделирование зон радиационного контроля

1. Определите радиус зоны контроля, если допустимый уровень радиации составляет 0,2 мЗв/ч, а мощность дозы на границе зоны 0,5 мЗв/ч на расстоянии 20 м. Используйте закон обратных квадратов для расчета радиуса.

2. Рассчитайте зону, в которой необходимо ограничить доступ, если мощность дозы составляет 1 мЗв/ч, а допустимый уровень 0,1 мЗв/ч на расстоянии 50 м. Рассчитайте новый радиус зоны.

3. Моделируйте распределение радиации вокруг источника мощностью 5 мЗв/ч на расстоянии 5 м. Рассчитайте мощность дозы на расстоянии 10, 20, и 30 м.

4. Определите границы зоны с мощностью дозы 0,05 мЗв/ч, если начальная мощность составляет 0,5 мЗв/ч на расстоянии 10 м. Используйте закон обратных квадратов для расчета.

5. Рассчитайте зону эвакуации, если мощность дозы составляет 2 мЗв/ч, а безопасный уровень 0,1 мЗв/ч на расстоянии 100 м. Определите радиус зоны эвакуации.

6. Определите границы зоны, где мощность дозы снижается с 3 мЗв/ч до 0,3 мЗв/ч на расстоянии 30 м. Рассчитайте новый радиус.

7. Рассчитайте зону, в которой необходимо проводить постоянный мониторинг, если мощность дозы составляет 0,5 мЗв/ч. Определите радиус зоны мониторинга для безопасного уровня 0,05 мЗв/ч.

8. Определите границы зоны с мощностью дозы 0,01 мЗв/ч, если

начальная мощность составляет 1 мЗв/ч на расстоянии 15 м. Используйте закон обратных квадратов для расчета.

9. Рассчитайте зону ограничения доступа, если мощность дозы составляет 0,3 мЗв/ч, а допустимый уровень 0,03 мЗв/ч на расстоянии 40 м. Определите радиус зоны ограничения доступа.

10. Определите границы зоны, где мощность дозы снижается с 0,8 мЗв/ч до 0,08 мЗв/ч на расстоянии 25 м. Используйте закон обратных квадратов для расчета.

Практическое занятие 3. Расчет и моделирование распространения радиоактивных веществ в случае аварии, оценка последствий и разработка мер по их минимизации.

1. Рассчитайте распространение радиоактивных веществ, если начальная концентрация составляет 5000 Бк/м³ и ветер дует со скоростью 5 м/с. Определите концентрацию на расстоянии 1, 3, и 5 км через 1 час.

2. Оцените последствия выброса с начальной активностью 10000 Бк, если ветер направлен на населенный пункт в 10 км. Рассчитайте концентрацию на границе населенного пункта через 2 и 4 ч.

3. Моделируйте распространение радиоактивного облака при скорости ветра 3 м/с и начальной концентрации 2000 Бк/м³. Определите концентрацию на расстоянии 2, 4, и 6 км через 3 ч.

4. Рассчитайте снижение концентрации, если осадки уменьшают активность на 40% за 2 ч. Определите новую концентрацию после осадков, начиная с 3000 Бк/м³.

5. Оцените зону поражения, если начальная активность составляет 8000 Бк и ветер дует со скоростью 4 м/с. Рассчитайте концентрацию на расстоянии 5, 10, и 15 км через 1,5 ч.

6. Моделируйте распространение радиоактивных веществ при начальной концентрации 3000 Бк/м³ и скорости ветра 6 м/с. Определите концентрацию на расстоянии 3, 6, и 9 км через 4 ч.

7. Рассчитайте последствия выброса с активностью 12000 Бк в условиях безветрия. Определите концентрацию на расстоянии 1, 2, и 3 км через 1 ч.

8. Оцените уменьшение концентрации радиоактивных веществ, если фильтрация снижает активность на 50% за 3 ч. Рассчитайте новую концентрацию после фильтрации, начиная с 4000 Бк/м³.

9. Моделируйте распространение радиоактивных веществ при скорости ветра 2 м/с и начальной концентрации 4000 Бк/м³. Определите их концентрацию на расстоянии 1, 3, и 5 км через 2 часа.

10. Рассчитайте зону эвакуации, если начальная активность составляет 6000 Бк и ветер дует со скоростью 7 м/с. Определите концентрацию радиоактивных веществ на расстоянии 8, 12, и 16 км через 1 ч и оцените необходимость эвакуации.

Тест ТК-1

1. Основные принципы радиационной защиты для минимизации воздействия на персонал и население:

А) Время, расстояние, экранирование

В) Вентиляция, фильтрация, мониторинг

- C) Изоляция, дезактивация, эвакуация
 - D) Обучение, планирование, оценка
2. Оценка радиационного риска на АЭС включает:
- A) Анализ источников радиации и их интенсивности
 - B) Определение вероятности аварий и их последствий
 - C) Мониторинг окружающей среды и здоровья персонала
 - D) Все перечисленное
3. Роль МАГАТЭ, в области радиационной безопасности:
- A) Разработка стандартов и рекомендаций
 - B) Контроль и инспекция всех АЭС
 - C) Финансирование ядерных проектов
 - D) Обучение и сертификация персонала
4. Нормативные акты регулирующие радиационную безопасность в Российской Федерации:
- A) Федеральный закон "Об использовании атомной энергии"
 - B) Санитарные правила и нормы (СанПиН)
 - C) Трудовой кодекс РФ
 - D) Оба варианта А и В
5. Воздействие радиации на здоровье человека оценивается:
- A) По количеству аварий на АЭС
 - B) По дозе облучения и вероятности возникновения заболеваний
 - C) По числу сотрудников, работающих на АЭС
 - D) По уровню радиации в окружающей среде
6. Доза облучения персонала, находящегося в зоне с мощностью дозы 0,6 мЗв/ч в течение 10 ч.
- A) 4 мЗв
 - B) 6 мЗв
 - C) 5 мЗв
 - D) 3 мЗв
7. Авария привела к выбросу, который увеличил мощность дозы до 0,15 мЗв/ч на 36 ч, накопленная доза для населения будет:
- A) 5,4 мЗв
 - B) 3,6 мЗв
 - C) 4,5 мЗв
 - D) 2,7 мЗв
8. Значение вероятности возникновения радиационного заболевания при воздействии дозы 75 мЗв, если риск составляет 0,05% на мЗв:
- A) 3,75%
 - B) 2,5%
 - C) 1,25%
 - D) 5,0%
4. Годовая доза для персонала, работающего в зоне с мощностью дозы 1,5 мЗв/ч в течение 3 часов в неделю на протяжении 50 недель:
- A) 225 мЗв
 - B) 150 мЗв

- С) 75 мЗв
- Д) 300 мЗв

5. Если авария увеличила мощность дозы до 0.08 мЗв/ч на расстоянии 15 км от АЭС на протяжении 60 часов, то накопленная доза для населения равна:

- А) 4,8 мЗв
- В) 3,6 мЗв
- С) 2,4 мЗв
- Д) 1,2 мЗв

Для текущего контроля ТК2:

Проверяемая компетенция: ПК-2; Индикаторы: ПК-2.3; 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-2.3 Способен оценивать соответствие эксплуатации объекта использования атомной энергии требованиям отраслевых норм и правил радиационной безопасности и законодательству РФ

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

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

Практическое занятие 4. Анализ эффективности систем аварийной вентиляции. Выполнение расчетов для оценки эффективности систем аварийной вентиляции в условиях различных сценариев, включая анализ распределения радиоактивных веществ в вентиляционных системах.

1. Вентиляционная система имеет пропускную способность 5000 м³/ч. Рассчитайте время, необходимое для полного обмена воздуха в помещении объемом 10000 м³. Задача предполагает расчет времени, за которое весь объем воздуха в помещении будет заменен. Используйте формулу $\text{Время} = \frac{\text{Объем помещения}}{\text{Пропускная способность вентиляции}}$.

2. При аварийной ситуации концентрация радиоактивных веществ в помещении составляет 1500 Бк/м³. Определите концентрацию после 2 ч работы вентиляции, если эффективность системы составляет 80. Рассчитайте снижение концентрации за каждый час и примените это уменьшение к начальному значению.

3. Рассчитайте объем воздуха, необходимый для снижения концентрации радиоактивных веществ с 2000 Бк/м³ до 500 Бк/м³ в помещении объемом 5000 м³. Определите, сколько раз нужно уменьшить концентрацию, и рассчитайте общий объем воздуха, который необходимо обработать.

4. Определите, как изменится концентрация радиоактивных веществ, если скорость вентиляции увеличится на 20. Используйте начальную концентрацию 1200 Бк/м³ и предположите, что увеличение скорости пропорционально уменьшает концентрацию.

5. Вентиляционная система снижает концентрацию радиоактивных веществ на 70. Рассчитайте уменьшение концентрации и вычтите его из начальной концентрации.

6. Рассчитайте эффективность вентиляционной системы, если после 3

часов работы концентрация снизилась с 1200 Бк/м^3 до 400 Бк/м^3 . Определите общее снижение концентрации и рассчитайте среднюю эффективность за час.

7. Определите, какой объем воздуха должен быть обработан, чтобы снизить концентрацию с 3000 Бк/м^3 до 1000 Бк/м^3 в помещении объемом 8000 м^3 . Рассчитайте, сколько раз необходимо уменьшить концентрацию и соответствующий объем воздуха.

8. Сравните эффективность двух систем вентиляции. Первая система снижает концентрацию радиоактивных веществ с 2000 Бк/м^3 до 600 Бк/м^3 за 1 час, а вторая снижает концентрацию с 2000 Бк/м^3 до 400 Бк/м^3 за 1,5 ч. Рассчитайте, какая из систем более эффективна в снижении концентрации за единицу времени, эффективность каждой системы как уменьшение концентрации за час и сравните результаты.

9. Определите, насколько увеличится время, необходимое для снижения концентрации радиоактивных веществ до безопасного уровня, если эффективность вентиляционной системы снижается с 80. Рассчитайте время для каждой эффективности и определите разницу.

10. Рассчитайте изменение концентрации радиоактивных веществ в помещении объемом 5000 м^3 , если температура воздуха повысится с 20°C до 25°C . Предположим, что повышение температуры увеличивает скорость вентиляции на 10. Рассчитайте новую скорость вентиляции и используйте ее для определения новой концентрации.

Практическое занятие 5. Расчет и оценка целостности защитных барьеров на основе данных мониторинга, а также прогнозирование их долговечности и надежности

1. Защитный барьер толщиной 10 см из бетона снижает мощность дозы на 95%. Рассчитайте мощность дозы за барьером, если до него она составляла 20 мкЗв/ч .

2. Определите время, за которое барьер из стали толщиной 5 см снизит активность радиоактивного вещества с 1000 Бк до 100 Бк.

3. Рассчитайте вероятность разрушения барьера, если его долговечность составляет 20 лет, а срок эксплуатации 15 лет.

4. Определите снижение мощности дозы при увеличении толщины свинцового барьера с 2 см до 4 см.

5. Рассчитайте остаточную активность за барьером, если начальная активность была 5000 Бк, а барьер снижает активность на 90%.

6. Определите, как изменится долговечность барьера, если на него воздействует радиация мощностью 5 мкЗв/ч в течение 10 лет.

7. Рассчитайте необходимую толщину бетонного барьера для снижения мощности дозы с 50 мкЗв/ч до 5 мкЗв/ч .

8. Определите, насколько увеличится надежность барьера при его усилении армирующими материалами.

9. Рассчитайте изменение мощности дозы за барьером, если его материал изменится с бетона на свинец.

10. Определите, как изменится эффективность барьера при повышении температуры окружающей среды на 10°C .

Практическое занятие 6. Расчет эффективности различных фильтров

для очистки радиоактивных газов и аэрозолей, определение остаточной активности после фильтрации.

1. Фильтр снижает концентрацию радиоактивных аэрозолей с 3000 Бк/м³ до 300 Бк/м³. Рассчитайте его эффективность. Эффективность фильтра определяется как $(\text{Начальная концентрация} - \text{Конечная концентрация}) / \text{Начальная концентрация} \times 100\%$.

2. Рассчитайте остаточную активность после фильтрации, если начальная активность составляет 5000 Бк, а фильтр снижает активность на 80. Остаточная активность = Начальная активность $\times (1 - \text{Эффективность фильтра})$.

3. Определите, сколько фильтров необходимо для снижения концентрации с 4000 Бк/м³ до 100 Бк/м³, если один фильтр снижает концентрацию на 90

4. Рассчитайте эффективность фильтра, если после его использования концентрация аэрозолей снизилась с 2500 Бк/м³ до 250 Бк/м³.

5. Определите, как изменится остаточная активность, если пропускная способность фильтра увеличится на 50. Начальная активность = 4000 Бк. Эффективность фильтра при увеличении пропускной способности остаётся прежней, но скорость фильтрации увеличивается, что может повлиять на остаточную активность при заданном времени фильтрации.

6. Рассчитайте необходимую площадь фильтра для снижения концентрации с 2000 Бк/м³ до 200 Бк/м³ в помещении объемом 1000 м³. Предположим, что площадь фильтра пропорциональна скорости фильтрации и эффективности. Используйте данные о стандартной эффективности фильтров для расчета.

7. Определите, насколько увеличится эффективность фильтра при его замене на более современный, который снижает концентрацию на 95

8. Рассчитайте изменение остаточной активности, если фильтр используется в течение 2 ч при начальной активности 10000 Бк и эффективностью 85. Рассчитайте остаточную активность после каждого часа и определите итоговую активность.

9. Определите, как изменится эффективность фильтра, если температура воздуха в помещении повысится на 5°C.

10. Рассчитайте, насколько увеличится время фильтрации, если начальная концентрация увеличится вдвое с 2000 Бк/м³ до 4000 Бк/м³, при сохранении той же эффективности фильтра. Используйте начальное время фильтрации для 2000 Бк/м³ и рассчитайте новое время для 4000 Бк/м³, учитывая эффективность фильтра.

Тест ТК2

Пример задания

1. Методы, используемые для контроля радиоактивных выбросов на АЭС:

- А) Спектрометрия, дозиметрия, радиометрия
- В) Хроматография, калориметрия, микроскопия
- С) Фильтрация, дистилляция, экстракция
- Д) Все перечисленное

2. Зона радиационного контроля на АЭС это:

- A) Территория, где запрещено нахождение людей
- B) Область, где проводится постоянный мониторинг радиации
- C) Место хранения радиоактивных отходов
- D) Зона, где осуществляется производство ядерного топлива

3. Параметры, учитываемые при моделировании зон радиационного контроля:

- A) Мощность дозы, расстояние до источника, время воздействия
- B) Температура воздуха, влажность, давление
- C) Количество персонала, уровень шума, освещенность
- D) Все перечисленное

4. Основные задачи фильтров для очистки выбросов на АЭС:

- A) Уменьшение концентрации радиоактивных частиц в воздухе
- B) Повышение температуры рабочей среды
- C) Снижение уровня шума в помещении
- D) Увеличение скорости воздушного потока

5. Эффективность системы аварийной вентиляции на АЭС определяет:

- A) Способность быстро снижать концентрацию радиоактивных веществ
- B) Уровень шума, создаваемый системой
- C) Количество обслуживающего персонала
- D) Стоимость эксплуатации системы

6. Радиус зоны контроля необходим, если мощность дозы на границе зоны составляет 0.4 мЗв/ч, а допустимый уровень радиации 0.1 мЗв/ч на расстоянии 30 м:

- A) 60 м
- B) 45 м
- C) 90 м
- D) 120 м

7. Радиус зоны ограничения доступа необходим при допустимом уровне 0.15 мЗв/ч, если мощность дозы составляет 1.2 мЗв/ч на расстоянии 40 м:

- A) 80 м
- B) 100 м
- C) 60 м
- D) 120 м

8. Мощность дозы на расстоянии 20 м от источника с мощностью 5 мЗв/ч на расстоянии 5 м:

- A) 0,625 мЗв/ч
- B) 1,25 мЗв/ч
- C) 0,5 мЗв/ч
- D) 2,5 мЗв/ч

9. Границы зоны, где мощность дозы снижается с 0,6 мЗв/ч до 0,06 мЗв/ч на расстоянии 25 м равны:

- A) 75 м
- B) 50 м
- C) 100 м
- D) 125 м

10. Радиус зоны эвакуации необходим, если мощность дозы составляет 2,5 мЗв/ч, а безопасный уровень 0,2 мЗв/ч на расстоянии 80 м:

- A) 160 м
- B) 200 м
- C) 120 м
- D) 240 м

Для текущего контроля ТКЗ:

Проверяемая компетенция: ПК-2; Индикаторы: ПК-2.3; 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-2.3 Способен оценивать соответствие эксплуатации объекта использования атомной энергии требованиям отраслевых норм и правил радиационной безопасности и законодательству РФ

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

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

Практическое занятие 7. Моделирование переноса радиоактивных веществ. Использование моделей для расчета переноса радиоактивных веществ в атмосфере и оценки их воздействия на окружающую среду.

1. Исходная активность радиоактивного вещества составляет 5000 Бк. Определите активность через 2 ч, если период полураспада составляет 4 ч.

2. Радиоактивное облако распространяется со скоростью 5 м/с при ветре 10 м/с. Определите расстояние, на которое оно переместится за 30 мин.

3. Используя модель Гаусса, рассчитайте концентрацию радиоактивного вещества на расстоянии 1 км от источника, если начальная концентрация составляет 1000 Бк/м³.

4. Если осадки снижают концентрацию радиоактивных частиц на 30%, определите новую концентрацию, если начальная концентрация была 800 Бк/м³.

5. Радиоактивное облако движется через горный район, где скорость распространения снижается на 40%. Рассчитайте новую скорость, если исходная была 5 м/с.

6. При температуре 25°C и влажности 60% концентрация составляет 500 Бк/м³. Как изменится концентрация, если температура повысится до 30°C и влажность до 80%?

7. Населенный пункт находится на расстоянии 20 км от источника. Определите время достижения облаком этого расстояния при скорости 4 м/с.

8. Если безопасная концентрация составляет 50 Бк/м³, определите радиус зоны эвакуации, если начальная концентрация на расстоянии 1 км составляет 200 Бк/м³.

9. Радиоактивные вещества достигают водоема площадью 2 км². Определите концентрацию в воде, если суммарная активность составляет 10000 Бк.

10. Сравните два сценария: в первом начальная активность составляет 5000 Бк, а во втором 7000 Бк. Определите, какой сценарий требует большего

радиуса эвакуации, если в обоих случаях безопасная концентрация 50 Бк/м^3 .

Практическое занятие 8. Оценка мощности дозы внешнего облучения. Расчет мощности дозы внешнего облучения от различных источников, включая оценку влияния метеорологических условий.

1. Рассчитайте мощность дозы на расстоянии 10 м от точечного источника активности 1000 Бк, если удельная мощность составляет $0,1 \text{ мкЗв/ч}$ на 1 м.

2. Линейный источник длиной 100 м имеет активность 500 Бк/м. Определите мощность дозы на расстоянии 5 м от источника.

3. Свинцовая пластина толщиной 5 см снижает мощность дозы на 90%. Рассчитайте мощность дозы за экраном, если до экранирования она составляла 10 мкЗв/ч .

4. Поверхность площадью 50 м^2 загрязнена активностью 200 Бк/м^2 . Определите мощность дозы на высоте 1 м над поверхностью.

5. При ясной погоде мощность дозы составляет 5 мкЗв/ч . Как изменится мощность дозы при облачности 70%?

6. Определите дозу, полученную человеком за 8 часов, если мощность дозы составляет 2 мкЗв/ч .

7. Рассчитайте дозу для детей, находящихся на открытом воздухе 2 часа в день, если мощность дозы составляет 1 мкЗв/ч .

8. Определите изменение мощности дозы на земле, если источник поднят на высоту 20 м, а его начальная мощность на земле составляла 8 мкЗв/ч .

9. Сравните мощность дозы от гамма-излучения 1000 Бк и бета-излучения 1000 Бк на расстоянии 1 м.

10. Рассчитайте годовую дозу для населения, если средняя мощность дозы составляет $0,5 \text{ мкЗв/ч}$.

Вопросы к комплексному заданию ТКЗ (Срс)

1. Что такое автоматизированная система радиационного мониторинга (АСРМ) и какова ее основная функция на АЭС?

2. Какие основные компоненты входят в состав АСРМ на атомных электростанциях?

3. Каковы преимущества использования автоматизированных систем радиационного контроля по сравнению с ручными методами?

4. Какие данные собираются автоматизированными системами радиационного мониторинга и как они используются для обеспечения безопасности?

5. Как осуществляется калибровка датчиков в автоматизированных системах радиационного контроля?

6. Какие типы датчиков используются в АСРМ для измерения различных видов радиации?

7. Как автоматизированные системы радиационного контроля интегрируются с другими системами безопасности на АЭС?

8. Каковы основные требования к программному обеспечению, используемому в АСРМ?

9. Какие методы передачи данных используются в автоматизированных системах радиационного мониторинга?

10. Как осуществляется обработка и анализ данных, полученных от автоматизированных систем радиационного контроля?

11. Какие меры предпринимаются в случае обнаружения отклонений от нормы в данных, полученных от АСРМ?

12. Как автоматизированные системы радиационного контроля помогают в прогнозировании и предотвращении аварийных ситуаций?

13. Какие виды отчетов могут генерироваться автоматизированными системами радиационного мониторинга?

14. Какова роль операторов в управлении и обслуживании автоматизированных систем радиационного контроля?

15. Какие стандарты и нормативные требования применяются к автоматизированным системам радиационного мониторинга на АЭС?

16. Каковы основные задачи технического обслуживания автоматизированных систем радиационного контроля?

17. Какие методы используются для проверки точности и надежности данных, полученных от АСРМ?

18. Как автоматизированные системы радиационного мониторинга учитывают метеорологические условия при оценке радиационной обстановки?

19. Как осуществляется защита данных в автоматизированных системах радиационного контроля от несанкционированного доступа?

20. Какие меры принимаются для обеспечения бесперебойной работы автоматизированных систем радиационного мониторинга в случае отказа оборудования?

21. Каковы основные проблемы, связанные с внедрением и эксплуатацией автоматизированных систем радиационного контроля на АЭС?

22. Как автоматизированные системы радиационного мониторинга могут быть адаптированы для работы в различных климатических условиях?

23. Какие инновации в области автоматизированного радиационного контроля могут быть внедрены в будущем?

24. Как автоматизированные системы радиационного контроля взаимодействуют с системами аварийного оповещения на АЭС?

25. Какие методы обучения персонала используются для работы с автоматизированными системами радиационного мониторинга?

26. Как автоматизированные системы радиационного контроля могут использоваться для оценки долгосрочного воздействия радиации на окружающую среду?

27. Какие технологии используются для повышения точности и быстродействия автоматизированных систем радиационного мониторинга?

28. Как автоматизированные системы радиационного контроля могут быть интегрированы с системами управления АЭС?

29. Каковы основные вызовы, связанные с модернизацией существующих автоматизированных систем радиационного мониторинга?

30. Как автоматизированные системы радиационного мониторинга могут способствовать улучшению экологической безопасности АЭС?

Для промежуточной аттестации:

Перечень вопросов к экзамену:

1. Радиация, виды радиации. Основные характеристики и источники.
2. Принципы радиационной защиты и их применение на атомных электростанциях.
3. Нормативные акты и стандарты регулируют радиационную безопасность на АЭС в Российской Федерации.
4. Структура и функции систем радиационной защиты на атомных электростанциях.
5. Методы и средства измерения радиации используются на АЭС. Опишите их принцип работы.
6. Осуществление радиационного контроля на АЭС. Зоны контроля и их организация.
7. Процессы радиационного мониторинга окружающей среды и выбросов на АЭС.
8. Методы анализа проб воздуха, воды и почвы для оценки радиоактивного загрязнения.
9. Радиационный контроль в управлении радиационными рисками на АЭС.
10. Планирование и проведение радиационного контроля на атомных станциях.
11. Автоматизированные системы радиационного мониторинга и какова их роль на АЭС.
12. Взаимосвязь автоматизированных систем радиационного контроля с другими системами безопасности на АЭС.
13. Технологии и инновации используемые для повышения эффективности радиационного контроля на АЭС.
14. Аварийное реагирование и ликвидация последствий радиационных аварий на АЭС.
15. Методы, используемые для оценки и управления радиационными рисками для персонала и населения.
16. Задачи обучения и подготовки персонала в области радиационного контроля на АЭС.
17. Автоматизированные системы радиационного мониторинга учитывают метеорологические условия при оценке радиационной обстановки.
18. Меры обеспечения безопасности данных в автоматизированных системах радиационного контроля.
19. Процесс калибровки и настройки датчиков в системах радиационного мониторинга.
20. Автоматизированные системы радиационного контроля, адаптированные для работы в различных климатических условиях.
21. Проблемы и вызовы, связанные с эксплуатацией и модернизацией систем радиационного контроля на АЭС.
22. Новейшие технологии и подходы мониторинга и анализа радиационной обстановки на АЭС.
23. Как радиационный контроль на АЭС способствует улучшению

экологической безопасности и снижению воздействия на окружающую среду.

24. Методы оценки долгосрочного воздействия радиации на окружающую среду и здоровье человека.

25. Международные организации, МАГАТЭ, в области радиационного контроля и безопасности на АЭС.

26. Контроль состояния защитных барьеров на АЭС, влияние на радиационную безопасность.

27. Факторы эффективности фильтров, используемых для очистки радиоактивных выбросов на АЭС.

28. Процедура аварийного оповещения и эвакуации в случае радиационной аварии на АЭС.

29. Оценка радиационного воздействия на персонал в условиях нормальной эксплуатации и аварийных ситуаций.

30. Моделирование распространения радиоактивных веществ в атмосфере в случае аварии.

31. Этапы разработки планов радиационного контроля на АЭС.

32. Виды выбросов, контролируемых на АЭС, методы измерения.

33. Мониторинг радиоактивности в водоемах и почве вблизи АЭС.

34. Методы дезактивации оборудования и помещений на АЭС.

35. Задачи и функции службы радиационной безопасности на АЭС.

36. Факторы оценки радиационного риска для населения, проживающего вблизи АЭС.

37. Осуществление взаимодействия между различными подразделениями АЭС в рамках радиационного контроля.

38. Технологии дистанционного мониторинга радиационной обстановки на АЭС.

39. Принципы работы дозиметрического оборудования на АЭС.

40. Меры предпринимаются минимизации радиоактивных отходов на АЭС и их безопасного хранения.

Билет 1

1. Опишите основные принципы радиационной защиты и их применение на атомных электростанциях.

2. Какие нормативные акты регулируют радиационную безопасность на АЭС в Российской Федерации.

3. Рассчитайте дозу облучения, полученную персоналом, находящимся в зоне с мощностью дозы 0,5 мЗв/ч в течение 8 ч.

Билет 2

1. Объясните структуру и функции систем радиационной защиты на атомных электростанциях.

2. Какие методы и средства измерения радиации используются на АЭС. Опишите их принцип работы.

3. Какой радиус зоны контроля необходим, если мощность дозы на границе зоны составляет 0,4 мЗв/ч, а допустимый уровень радиации 0,1 мЗв/ч на расстоянии 30 м.

Билет 3

1. Как осуществляется радиационный контроль на АЭС. Какие зоны контроля существуют и как они организованы.
2. Опишите процессы радиационного мониторинга окружающей среды и выбросов на АЭС.
3. Если авария привела к выбросу, который увеличил мощность дозы до 0,15 мЗв/ч на 36 ч, какова будет накопленная доза для населения.

Билет 4

1. Какие методы анализа проб воздуха, воды и почвы применяются для оценки радиоактивного загрязнения.
2. Как радиационный контроль помогает в управлении радиационными рисками на АЭС.
3. Рассчитайте годовую дозу для персонала, работающего в зоне с мощностью дозы 1,5 мЗв/ч в течение 3 часов в неделю на протяжении 50 недель.

Билет 5

1. Что такое автоматизированные системы радиационного мониторинга и какова их роль на АЭС.
2. Как автоматизированные системы радиационного контроля взаимодействуют с другими системами безопасности на АЭС.
3. Если мощность дозы составляет 1,2 мЗв/ч на расстоянии 40 м, какой радиус зоны ограничения доступа необходим при допустимом уровне 0,15 мЗв/ч.

Билет 6

1. Какие технологии и инновации используются для повышения эффективности радиационного контроля на АЭС.
2. Объясните, как осуществляется аварийное реагирование и ликвидация последствий радиационных аварий на АЭС.
3. Какова мощность дозы на расстоянии 20 м от источника с мощностью 5 мЗв/ч на расстоянии 5 м.

Билет 7

1. Какие методы используются для оценки и управления радиационными рисками для персонала и населения.
2. Каковы основные задачи обучения и подготовки персонала в области радиационного контроля на АЭС.
3. Определите границы зоны, где мощность дозы снижается с 0,6 мЗв/ч до 0,06 мЗв/ч на расстоянии 25 м.

Билет 8

1. Как автоматизированные системы радиационного мониторинга учитывают метеорологические условия при оценке радиационной обстановки.
2. Какие меры принимаются для обеспечения безопасности данных в автоматизированных системах радиационного контроля.

3. Какой радиус зоны эвакуации необходим, если мощность дозы составляет 2,5 мЗв/ч, а безопасный уровень 0,2 мЗв/ч на расстоянии 80 м.

Билет 9

1. Опишите процесс калибровки и настройки датчиков в системах радиационного мониторинга.
2. Как автоматизированные системы радиационного контроля могут быть адаптированы для работы в различных климатических условиях.
3. На каком расстоянии мощность дозы снизится с 4 мЗв/ч до 0,4 мЗв/ч, если начальное расстояние 10 м.

Билет 10

1. Каковы основные проблемы и вызовы, связанные с эксплуатацией и модернизацией систем радиационного контроля на АЭС.
2. Какие новейшие технологии и подходы применяются для мониторинга и анализа радиационной обстановки на АЭС.
3. Какова вероятность возникновения радиационного заболевания при воздействии дозы 75 мЗв, если риск составляет 0,05% на мЗв.