



КГУ

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

УТВЕРЖДАЮ

Директор \_\_\_\_\_ ИАТЭ \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ С.О.Гапоненко

«17» \_\_\_\_\_ 03 \_\_\_\_\_ 2026 г.

### РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Радиационная и экологическая безопасность

*(Код и наименование дисциплины в соответствии с РУП)*

Специальность: 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Квалификация

Магистр

г. Казань, 2026

Программу разработал(и):

Наименование кафедры	Должность, уч.степень, уч.звание	ФИО разработчика
АРЭ	Доцент, к.х.н.	Сироткина Л.В.
АРЭ	Зав.каф. АРЭ, д.т.н., доц.	Филимонова А.А.

Согласование	Наименование подразделения	Дата	№ протокола	Подпись
Одобрена	АРЭ	12.02.2026	8	_____ Зав.каф., д.т.н., доц. Филимонова А. А.
Согласована	АТЭС	18.02.2026	8-25/26	_____ Зав.каф., д.х.н., проф. Чичирова Н. Д.
Согласована	Учебно-методический совет ИАТЭ	17.03.2026	7	_____ Директор, к.т.н., доц. Гапоненко С.О.
Одобрена	Ученый совет ИАТЭ	17.03.2026	8	_____ Директор, к.т.н., доц. Гапоненко С.О.

## 1. Цель, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

Целью освоения дисциплины «Радиационная и экологическая безопасность» является формирование у магистрантов знаний, умений и навыков, позволяющих:

- оценивать воздействие ионизирующих излучений на живые организмы;
- организовывать и выполнять радиационный контроль;
- выбирать и реализовывать меры защиты населения от ионизирующего излучения;
- обеспечивать безопасность на производстве и в промышленности с учётом особенностей ионизирующего излучения и задач, связанных с приборными системами.

Задачами дисциплины являются:

- формирование у студентов систематических знаний о явлении радиоактивности, типах ядерных превращений, радиационном фоне, радиационно-опасных объектах и обеспечении экологической безопасности при их функционировании;
- приобретение знаний о дозиметрии, нормах радиационной безопасности и механизмах действия ионизирующего излучения на живые организмы.
- изучение принципов проведения безопасных работ при использовании источников ионизирующего излучения;
- овладение методами радиационного контроля, а также использование целевых знаний при организационно-управленческой деятельности;
- формирование представлений о методах обеспечения радиационной безопасности;
- формирование навыков проведения радиационных расчетов, практического применения приборов радиационного контроля;
- изучение законодательной и нормативной базы в области обеспечения единства измерений, стандартизации и сертификации.

Компетенции и индикаторы, формируемые у обучающихся:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора
УК-1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действий	УК-1.1. Анализирует проблемную ситуацию и осуществляет её декомпозицию на отдельные задачи.
	УК-1.2. Вырабатывает стратегию решения поставленной задачи (составляет модель, определяет ограничения, вырабатывает критерии, оценивает необходимость дополнительной информации).
	УК-1.3. Формирует возможные варианты решения задач.

## 2. Место дисциплины в структуре ОП

Последующие дисциплины (модули), практики, НИР, др. «Вспомогательное оборудование и трубопроводы ТЭС и АЭС», «Электрооборудование ТЭС и АЭС», «Компоновка ТЭС и АЭС», «Теплотехнические испытания оборудования паротурбинных установок ТЭС и АЭС», «Учебная практика (основы технологической деятельности)», «Учебная практика (практика по получению первичных навыков работы с программным обеспечением применительно к области (сфере) профессиональной деятельности)», «Производственная практика (технология производства энергии на ТЭС с ПГУ)», «Производственная практика (эксплуатация паротурбинных установок ТЭС и АЭС)», «Производственная практика (эксплуатация ТЭС и АЭС)», «Производственная практика (преддипломная)», «Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы».

## 3. Структура и содержание дисциплины

### 3.1. Структура дисциплины

Для очной формы обучения

Вид учебной работы	Всего ЗЕ	Всего часов	Семестр
			1
<b>ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ</b>	<b>3</b>	<b>108</b>	<b>108</b>
КОНТАКТНАЯ РАБОТА	0,89	33	33
АУДИТОРНАЯ РАБОТА	0,66	24	24
Лекции	0,44	16	16
Практические (семинарские) занятия	–	–	–
Лабораторные работы	0,22	8	8
САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ	2,33	84	84
Проработка учебного материала	2,33	84	84
Курсовой проект	–	–	–
Курсовая работа	–	–	–
Подготовка к промежуточной аттестации			
Промежуточная аттестация:			Зачет
			–

### 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. «Явление радиоактивности, ионизирующие излучения и их взаимодействие с веществом»	24	4	–	2	20	ТК 1	УК-1.1 ЗУВ
Раздел 2 «Источники ионизирующих излучений, особенности оценки их воздействия на биологические объекты и защита от ионизирующих излучений»	42	6	–	2	32	ТК 2	УК-1.2 ЗУВ УК-1.3 ЗУВ
Раздел 3. «Радиационный контроль и организационные вопросы обеспечения радиационной безопасности»	42	6	–	4	32	ТК 3	УК-1.2 ЗУВ УК-1.3 ЗУВ
Зачет						ОМ	УК-1.1 ЗУВ, УК-1.2 ЗУВ, УК-1.3 ЗУВ
<b>Итого за 1 семестр</b>	<b>108</b>	<b>16</b>	<b>0</b>	<b>8</b>	<b>84</b>		

### 3.3. Содержание дисциплины

Раздел 1. «Явление радиоактивности, ионизирующие излучения и их взаимодействие с веществом».

Явление радиоактивности. Радиоактивность. Ионизирующие излучения. Электронный и позитронный распад. К-захват. Альфа-распад. Гамма-излучение. Рентгеновское излучение. Нейтронное излучение. Закон радиоактивного распада. Активность радионуклидов. Виды взаимодействий ионизирующих излучений с веществом, механизмы взаимодействия. Взаимодействие ионизирующих излучений с веществом. Расчет мощности дозы ионизирующих излучений. Методы регистрации ионизирующих излучений.

Раздел 2. «Источники ионизирующих излучений, особенности оценки их воздействия на биологические объекты и защита от ионизирующих излучений». Методы регистрации и дозиметрии ионизирующих излучений. Классификация методов регистрации и дозиметрии ионизирующего излучения. Дозиметрические величины. Биологическое действие ионизирующих излучений. Дозы и ее единицы. Экспозиционная доза. Поглощенная доза. Эквивалентная доза. Эффективная доза. Мощность дозы. Внесистемные единицы измерения и единицы в системе СИ, их соотношение. Радиочувствительность органов и тканей. Радиочувствительность живых организмов. Радиационный фон. Источники ионизирующих излучений в техносфере. Защита от ионизирующих излучений. Вклад различных источников в облучение населения. Радон. АЭС. Подходы к защите от ионизирующих излучений. Средства индивидуальной и коллективной защиты. Упрощенные методы расчета защиты от ионизирующего излучения. .Конструкция биологической защиты ЯР, специальные защитные стекла, германиево-фосфатные стекла.

Раздел 3. «Радиационный контроль и организационные вопросы обеспечения радиационной безопасности». Радиационный контроль. Приборы радиационного контроля. Задачи радиационного контроля. Виды радиационного контроля. Физические основы регистрации ионизирующих излучений. Методы регистрации ионизирующих излучений. Приборы радиационного контроля. Индивидуальный и групповой дозиметрический контроль персонала. Контроль загрязненности воды, почвы, растительности, пищевых продуктов. Нормативно-правовое регулирование в области радиационной безопасности. Обезвреживание, удаление, транспортировка и захоронение радиоактивных отходов. Порядок получения, учета, хранения, транспортирования радиоактивных веществ и других источников ионизирующего излучения. Радиационная безопасность в аварийных ситуациях. Интерпретация дозиметрических измерений и общие характеристики дозиметров. Дозиметрический контроль за загрязнениями воздуха радиоактивными аэрозолями и газами. Радиационный фон окружающей среды и его оставляющие. Радиационные источники загрязнения окружающей среды и их экологическая оценка. Радиоэкологические проблемы ядерных аварий. Принципы защиты от различных видов ионизирующих излучений и способы снижения поступления радиоактивных веществ в организм животных и человека. Основные принципы радиационного мониторинга.

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

Данный вид работы не предусмотрен учебным планом

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

1. Основы и закономерности радиационной безопасности. Оценка радиационного фона местности.

2. Дозиметрия ионизирующих излучения.

3. Основы радиометрии. измерений суммарной активности альфа- и бета-излучающих радионуклидов в пробах вод.

4. Измерение активности радионуклидов, содержащихся в различных объектах.

### 3.6. Курсовой проект

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 достижения компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Уровень сформированности компетенции (индикатора достижения компетенции)			
			Высокий	Средний	Ниже среднего	Низкий
			Шкала оценивания			
			отлично	хорошо	удовлетворительно	неудовлетворительно
			зачтено			не зачтено
УК 1	УК-1.1	Знать:				
		Причины возникновения проблемных ситуаций на АЭС; виды источников радиационного воздействия и правила обеспечения радиационной и экологической безопасности	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, и, 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:				
		Анализировать проблемные ситуации и проводить измерения контролируемых параметров ионизирующего излучения в соответствии	Уровень умений в объеме, соответствующем программе подготовки, и, без ошибок	Уровень умений в объеме, соответствующем программе, имеет место несколько негрубых	Минимально допустимый уровень умений, имеет место много негрубых ошибок	Уровень умений ниже минимальных требований, имеют место грубые ошибки

		требованиями охраны труда, производственной санитарии, норм и правил экологической, радиационной безопасности и взрывоопасности на АЭС		ошибок		
		Владеть:				
		методикой измерения контролируемых параметров ионизирующего излучения	Уровень владений в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок	Уровень владений в объеме, соответствующем программе, имеет место несколько негрубых ошибок	Минимально допустимый уровень владений, имеет место много негрубых ошибок	Уровень владений ниже минимальных требований, имеют место грубые ошибки
УК 1	УК-1.2	Знать:				
		стратегию решения поставленной задачи (составление модели, определение критериев, поиск необходимой дополнительной информации) 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 радиометрический и дозиметрический контроль для обеспечения и ведения безопасного режима работы АЭС	Уровень умений в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок	Уровень умений в объеме, соответствующем программе, имеет место несколько негрубых ошибок	Минимально допустимый уровень умений, имеет место много негрубых ошибок	Уровень умений ниже минимальных требований, имеют место грубые ошибки
		Владеть:				

		методиками радиометрического и дозиметрического контроля для обеспечения и ведения безопасного режима работы АЭС	Уровень владений в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок	Уровень владений в объеме, соответствующем программе, имеет место несколько негрубых ошибок	Минимально допустимый уровень владений, имеет место много негрубых ошибок	Уровень владений ниже минимальных требований, имеют место грубые ошибки
УК 1	УК-1.3	Знать:				
		контролируемые параметры ионизирующего излучения, соответствующие требованиям охраны труда, производственной санитарии, норм и правил экологической, радиационной безопасности	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:				
		анализировать и обобщать результаты измерений и расчётов в области радиационной безопасности, осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на АЭС.	Уровень умений в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок	Уровень умений в объеме, соответствующем программе, имеет место несколько негрубых ошибок	Минимально допустимый уровень умений, имеет место много негрубых ошибок	Уровень умений ниже минимальных требований, имеют место грубые ошибки
		Владеть:				
		навыками поиска конкретных технических решений с учетом правил охраны труда, норм радиационной безопасности и требований охраны окружающей среды и выработать стратегию действий	Уровень владений в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок	Уровень владений в объеме, соответствующем программе, имеет место несколько негрубых ошибок	Минимально допустимый уровень владений, имеет место много негрубых ошибок	Уровень владений ниже минимальных требований, 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**

### **Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

#### **5.1. Учебно-методическое обеспечение**

##### **5.1.1. Основная литература**

1. Бекман И. Н. Ядерные технологии : учебник для вузов / И. Н. Бекман. - 2-е изд., испр. и доп. - Москва : Юрайт, 2021. - 500 с.
2. Радиационная химия и радиационная безопасность ядерных энергетических установок : практикум / сост.: Л. В. Сироткина [и др.]. - Казань : КГЭУ, 2022. - 54 с. - URL: <https://lib.kgeu.ru/>. - Текст : электронный.
3. Бекман И. Н. Радиохимия: Т. 1. Фундаментальная радиохимия: учебник и практикум для академического бакалавриата по естественно-научным направлениям и специальностям.
4. Бекман И. Н. Радиохимия: Т. 2. Прикладная радиохимия и радиационная безопасность: учебник и практикум для академического бакалавриата по естественно-научным направлениям и специальностям : [в 2 т.]. Москва: Юрайт, 2017.
5. Пронкин Н.С., Обеспечение безопасности обращения с радиоактивными отходами предприятий ядерного топливного цикла : учеб. пособие / Н.С. Пронкин - М. : Логос, 2017. - 420 с. - ISBN 978-5-98704-599-2. - Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента": [сайт]. - URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785987045992.html> (дата обращения: 26.11.2020). - Режим доступа: по подписке.
6. Хамаза А.А., Атомная энергетика: развитие, безопасность, международное сотрудничество / Хамаза А.А. - М.: Издательский дом МЭИ, 2019. - ISBN 978-5-383-01253-6. - Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента": [сайт]. - URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383012536.html> (дата обращения: 26.11.2020). - Режим доступа: по подписке.
7. Скачек М.А., Радиоактивные компоненты АЭС: обращение, переработка, локализация : учебное пособие для вузов / Скачек М.А. - М. : Издательский дом МЭИ, 2019. - ISBN 978-5-383-01254-3. - Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента": [сайт]. - URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383012543.html> (дата обращения: 26.11.2020). - Режим доступа: по подписке.
8. Ильин Л.А., Актуальная радиобиология: курс лекций. Вып. 4 / Ильин Л.А., Рождественский Л.М. - М.: Издательский дом МЭИ, 2019. (Серия

"Высшая школа физики") - ISBN 978-5-383-01318-2. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383013182.html> (дата обращения: 26.11.2020). - Режим доступа: по подписке.

#### 5.1.2. Дополнительная литература

1. Нефедов В. Д. Радиохимия: учебное пособие для вузов / В. Д. Нефедов, Е. Н. Текстер, М. А. Торопова. - Москва : Высшая школа, 1987. - 272 с. : ил. - Текст : непосредственный.

2. Алиев Р. А. Радиоактивность : учебное пособие / Р. А. Алиев, С. Н. Калмыков. - 3-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2022. - 304 с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/184130>. - ISBN 978-5-8114-9069-1 : ~Б. ц. - Текст : электронный.

3. Алексахин Р. М. Ядерная энергия и биосфера: [научное издание] / Р. М. Алексахин. - Москва : Энергоиздат, 1982. - 215 с. : ил. - Текст : непосредственный.

4. Польский В.И., Материаловедческие проблемы экологии в области ядерной энергетики: учебное пособие / В.И. Польский, Б.А. Калинин, В.Л. Якушин, И.И. Чернов - М.: Издательский дом МЭИ, 2012. - 176 с. - ISBN 978-5-383-00620-7. - Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента": [сайт]. - URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383006207.html> (дата обращения: 26.11.2020). - Режим доступа по подписке.

5. Воронов В.Н., Химико-технологические режимы АЭС с водо-водяными энергетическими реакторами: учебное пособие для вузов / В.Н. Воронов, Б.М. Ларин, В.А. Сенина - М.: Издательский дом МЭИ, 2006. - 390 с. - ISBN 5-903072-21-6. - Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN5903072216.html> (дата обращения: 26.11.2020). - Режим доступа : по подписке.

6. Нормы радиационной безопасности НРБ-99/2009. Санитарные правила и нормативы СанПиН 2.6.1.2523-09.

#### 5.2.1. Электронные и интернет-ресурсы

1. Электронно-библиотечная система «Лань», <https://e.lanbook.com/>

2. Энциклопедии, словари, справочники, <http://www.rubricon.com>

3. Портал "Открытое образование", <http://npred.ru>

4. Единое окно доступа к образовательным ресурсам, <http://window.edu.ru>

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

1. Справочная правовая система «Консультант Плюс», <http://consultant.ru>

2. Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования, <http://fgosvo.ru>

#### 5.2.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение дисциплины

1. Браузер Chrome. Система поиска информации в сети интернет (включая русскоязычный интернет), <https://www.google.com/intl/ru/chrome/>

2. Adobe Acrobat. Пакет программ, <https://get.adobe.com/ru/reader/>

3. LMS Moodle. Современное программное обеспечение  
<https://download.moodle.org/releases/latest/>

## 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 аудитория в учебной лаборатории	доска аудиторная, устройство выпрямительное ВСА-5К, штативы металлические, химические реактивы, химическая стеклянная посуда, таблица Менделеева, таблица по ТБ, таблица "Стандартный ряд электродных потенциалов", пробоотборники, дозиметры «дрозд», «Чиж», «Арбитр», гамма-спектрометр МКС АТ 131, радиометр малых активностей УМФ 2000.
Самостоятельная работа	Компьютерный класс с выходом в Интернет	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:*

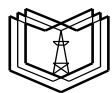
- формирование у обучающихся научного мировоззрения;

- 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**

**Радиационная и экологическая безопасность**  
*(Код и наименование дисциплины в соответствии с РУП)*

---

Специальность: 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Квалификация

Магистр

г. Казань, 2026



## 2. Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации

### Шкала оценки результатов обучения по дисциплине:

Уровень владений в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок	Уровень владений в объеме, соответствующем программе, имеет место несколько негрубых ошибок	Минимально допустимый уровень владений, имеет место много негрубых ошибок	Уровень владений ниже минимальных требований, имеют место грубые ошибки
---	---	---	---

Код компетенции	Код индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Уровень сформированности компетенции (индикатора достижения компетенции)			
			Высокий	Средний	Ниже среднего	Низкий
			Шкала оценивания			
			отлично	хорошо	удовлетворительно	неудовлетворительно
			зачтено			не зачтено
УК 1	УК-1.1	Знать:				
		Причины возникновения проблемных ситуаций на АЭС; виды источников радиационного воздействия и правила обеспечения радиационной и экологической безопасности	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, и, 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:				
		Анализировать проблемные ситуации и проводить измерения контролируемых параметров ионизирующего излучения в соответствии с требованиями охраны труда, производственной	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, и, 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

		санитарии, норм и правил экологической, радиационной безопасности и взрывоопасности на АЭС				
		Владеть:				
		методикой измерения контролируемых параметров ионизирующего излучения	Уровень владений в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок	Уровень владений в объеме, соответствующем программе, имеет место несколько негрубых ошибок	Минимально допустимый уровень владений, имеет место много негрубых ошибок	Уровень владений ниже минимальных требований, имеют место грубые ошибки
УК 1	УК-1.2	Знать:				
		стратегию решения поставленной задачи (составление модели, определение критериев, поиск необходимой дополнительной информации) 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 радиометрический и дозиметрический контроль для обеспечения и ведения безопасного режима работы АЭС	Уровень умений в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок	Уровень умений в объеме, соответствующем программе, имеет место несколько негрубых ошибок	Минимально допустимый уровень умений, имеет место много негрубых ошибок	Уровень умений ниже минимальных требований, имеют место грубые ошибки
		Владеть:				

		методиками радиометрического и дозиметрического контроля для обеспечения и ведения безопасного режима работы АЭС	Уровень владений в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок	Уровень владений в объеме, соответствующем программе, имеет место несколько негрубых ошибок	Минимально допустимый уровень владений, имеет место много негрубых ошибок	Уровень владений ниже минимальных требований, имеют место грубые ошибки
УК 1	УК-1.3	Знать:				
		контролируемые параметры ионизирующего излучения, соответствующие требованиям охраны труда, производственной санитарии, норм и правил экологической, радиационной безопасности	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:				
		анализировать и обобщать результаты измерений и расчётов в области радиационной безопасности, осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на АЭС.	Уровень умений в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок	Уровень умений в объеме, соответствующем программе, имеет место несколько негрубых ошибок	Минимально допустимый уровень умений, имеет место много негрубых ошибок	Уровень умений ниже минимальных требований, имеют место грубые ошибки
Владеть:						
		навыками поиска конкретных технических решений с учетом правил охраны труда, норм радиационной безопасности и требований охраны окружающей среды и вырабатывать стратегию действий	Уровень владений в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок	Уровень владений в объеме, соответствующем программе, имеет место несколько негрубых ошибок	Минимально допустимый уровень владений, имеет место много негрубых ошибок	Уровень владений ниже минимальных требований, имеют место грубые ошибки

Код компетенции	Код индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Уровень сформированности компетенции (индикатора достижения компетенции)			
			Высокий	Средний	Ниже среднего	Низкий
			Шкала оценивания			
			отлично	хорошо	удовлетворительно	неудовлетворительно
			зачтено			не зачтено
УК 1	УК-1.1	Знать:				
		причины возникновения проблемных ситуаций на АЭС; виды источников радиационного воздействия и правила обеспечения радиационной и экологической безопасности	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, и, 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:				
		анализировать проблемные ситуации и проводить измерения контролируемых параметров ионизирующего излучения в соответствии с требованиями охраны труда, производственной санитарии, норм и правил экологической, радиационной безопасности и взрывоопасности на АЭС	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, и, 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
		Владеть:				

		методикой измерения контролируемых параметров ионизирующего излучения	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе, имеет место несколько негрубых ошибок	Минимально допустимый уровень знаний, имеет место много негрубых ошибок	Уровень знаний ниже минимальных требований, имеют место грубые ошибки
УК 1	УК-1.2	Знать:				
		стратегию решения поставленной задачи (составление модели, определение критериев, поиск необходимой дополнительной информации) 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 радиометрический и дозиметрический контроль для обеспечения и ведения безопасного режима работы 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
		Владеть:				
		методиками радиометрического и дозиметрического контроля для обеспечения и ведения безопасного режима работы 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
УК 1	УК-1.3	Знать:				
		контролируемые параметры ионизирующего	Уровень знаний в объеме,	Уровень знаний в объеме,	Минимально допустимы	Уровень знаний ниже

		излучения, соответствующие требованиям охраны труда, производственной санитарии, норм и правил экологической, радиационной безопасности	соответствующем программе подготовки, без ошибок	соответствующем программе, имеет место несколько негрубых ошибок	й уровень знаний, имеет место много негрубых ошибок	минимальных требований, имеют место грубые ошибки
Уметь:						
		анализировать и обобщать результаты выполненных научно-технических исследований и разработок в области радиохимических технологий, методов радиохимического анализа, снижения негативного воздействия предприятий ядерного топливного цикла на окружающую среду и ликвидации последствий их деятельности и осуществлять критический анализ проблемных ситуаций 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
Владеть:						
		навыками поиска конкретных технических решений с учетом правил охраны труда, норм радиационной безопасности и требований охраны окружающей среды и вырабатывать стратегию действий	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

Оценка **«Отлично»** выставляется студенту, который обладает всесторонними, систематизированными и глубокими знаниями материала учебной программы, умеет свободно выполнять задания, предусмотренные учебной программой, усвоил основную и ознакомился с дополнительной литературой.

Оценка **«Хорошо»** выставляется студенту, обнаружившему полное знание материала учебной программы, успешно выполняющему предусмотренные учебной программой задания, усвоившему материал основной литературы, рекомендуемой учебной программой.

Оценка **«Удовлетворительно»** выставляется студенту, который показал знание основного материала учебной программы в объеме, достаточном и необходимом для дальнейшей учебы, справился с выполнением заданий, знаком с основной литературой.

Оценка **«Неудовлетворительно»** выставляется студенту, не знающему основной части материала учебной программы, допускающему принципиальные ошибки в выполнении заданий, неуверенно с большими затруднениями выполняющему практические работы

### 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
Контрольная работа (КнТР)	Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу	Комплект контрольных заданий по вариантам
Разноуровневые задачи и задания (РЗз)	Расчетные задания – набор задач по темам изучения разного уровня сложности. При оформлении задания записывается краткое ее условие, план решения, ссылки на теоретический материал и справочные данные, необходимые для решения задачи, приводиться весь ход решения и все математические преобразования. Различают задачи и задания: репродуктивного, реконструктивного и творческого уровня.	Комплект заданий и задач
Отчет по лабораторной работе (ОЛр)	Лабораторная работа выполняется по методическим указаниям. Предполагает проведение опытов с химическими реактивами в специально оборудованной лаборатории. Для подготовки лабораторной	Перечень заданий и вопросов для защиты лабораторной

	<p>работы студент должен предварительно проработать теоретический материал, уяснить цели и задачи работы, ознакомиться с методикой химического эксперимента. По результатам лабораторной работы оформляется отчет, который должен быть представлен к защите. При защите отчета студент должен четко изложить ход лабораторной работы, объяснить результаты выполненных опытов, делать выводы. Лабораторный практикум развивает у студента навыки научного эксперимента, исследовательский подход к изучению предмета, логическое химическое мышление.</p>	<p>работы, перечень требований к отчету</p>
--	---	---

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

Для текущего контроля ТК1:

УК-1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действий.

УК-1.1. Анализирует проблемную ситуацию и осуществляет её декомпозицию на отдельные задачи.

УК-1.2. Вырабатывает стратегию решения поставленной задачи (составляет модель, определяет ограничения, вырабатывает критерии, оценивает необходимость дополнительной информации).

УК-1.3. Формирует возможные варианты решения задач.

#### Контрольная работа по разделу 1 «Явление радиоактивности, ионизирующие излучения и их взаимодействие с веществом»

1. Виды излучений и их источники.
2. Особенности прохождения тяжелых заряженных частиц через вещество: ионизационные потери энергии, траектории, кривые прохождения, пробеги.
3. Прохождение легких заряженных частиц через вещество: ионизационные и радиационные потери, критическая энергия, траектории, кривые прохождения моноэнергетических электронов и  $\gamma$ -частиц, пробеги.
4. Основные процессы взаимодействия гамма-квантов с веществом и характерные энергии.
5. Закон ослабления мононаправленного моноэнергетического пучка  $\gamma$ -квантов, коэффициент ослабления.

6. По способу ионизации ионизирующее излучение делится на  
а) прямое ионизирующее б) косвенно ионизирующее в) корпускулярное г)  
электромагнитное д) нет правильных ответов.
7. Какое излучение обладает наибольшей проникающей способностью?
8. Какой вид ионизирующих излучений наиболее опасен при внутреннем  
облучении человека?
9. Какой вид ионизирующих излучений наиболее опасен при внешнем  
облучении человека?
10. Чему, согласно НРБ-99/2009 равен предел годовой эквивалентной дозы в  
хрусталике глаза для группы А?
11. Виды доз ионизирующих излучений
12. Коэффициент качества ионизирующих излучений
13. Расчет мощности дозы ионизирующих излучений
14. Методы регистрации ионизирующих излучений
15. Изучение поля доз альфа- и бета-излучений в помещении

### Отчет по лабораторной работе (ОЛр)

Перечень заданий и вопросов для защиты лабораторных работ, перечень требований к отчету.

Лабораторная работа 1. «Основы и закономерности радиационной безопасности. Оценка радиационного фона местности»

- 1) ознакомиться с правилами по технике безопасности и расписаться в журнале по технике безопасности (ТБ) при работе в лаборатории;
- 2) Расчет допустимого времени работы с источником без защитного экрана;
- 3) Оформление и защита отчета.

### Примерные вопросы

1. Из каких частиц состоит атом и ядро?
2. Дайте определение изотопов, изобаров, изотонов, изомеров.
3. Что представляет собой атомная единица массы (а.е.м.)?
4. Что такое дефект массы ядра? Что понимают под энергией связи ядра?
5. Приведите примеры  $\alpha$ -превращений атомных ядер.
6. Что такое  $\beta$ -распад? Назовите основные виды  $\beta$ -частиц?
7. Что называют периодом полураспада радиоактивного элемента?
8. Что показывает постоянная радиоактивного распада  $\lambda$ ?
9. Как среднее время жизни  $\tau$  радиоактивного ядра связано с постоянной распада и периодом полураспада?

Лабораторная работа 2. Дозиметрия ионизирующих излучения.

- 1) Ознакомиться с правилами по технике безопасности.
- 2) Ознакомиться и изучить устройство и принцип работы дозиметров «Чиж», «Дрозд», «Арбитр», освоить методику определения мощности эквивалентной дозы внешнего гамма- излучения в помещениях и на территориях.
- 3) Оформление и защита отчета.

### Примерные вопросы

1. Что такое ионизирующее излучение? От чего зависит характер взаимодействия ионизирующих излучений с веществом?
2. Какие виды ионизирующих излучений вы знаете?
3. В чем проявляется биологическое действие ионизирующего излучения?
4. Какие вы знаете нормативные документы, регламентирующие работу с источниками ионизирующего излучения?
5. Что такое поглощенная доза? Какие системные и внесистемные единицы измерения используются для нее?
6. Что такое экспозиционная доза? Для каких видов ионизирующих излучений использовалось это понятие? Какие системные и внесистемные единицы измерения существуют для нее?
7. Как оценить поглощенную дозу гамма-излучения по его экспозиционной дозе?
8. Что такое эквивалентная доза? Какие системные и внесистемные единицы измерения используются для нее?
9. Какие взвешивающие коэффициенты используются при расчете эквивалентной дозы для различных видов излучения? Что они означают?
10. Что такое эффективная доза? Какие единицы эффективной дозы вы знаете?
11. Что такое мощность дозы? В каких единицах измеряется?
12. Какие показатели мы измеряли в работе? Какие показатели мы рассчитывали в работе?
13. Что показывает гамма-постоянная?
14. Как рассчитать мощность дозы вблизи источника заданной активности?
15. Какие категории облучаемых лиц выделяют в НРБ-99/2009? Какие пределы годовых доз установлены для этих категорий?

Для текущего контроля ТК2:

УК-1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действий.

УК-1.1. Анализирует проблемную ситуацию и осуществляет её декомпозицию на отдельные задачи.

УК-1.2. Вырабатывает стратегию решения поставленной задачи (составляет модель, определяет ограничения, вырабатывает критерии, оценивает необходимость дополнительной информации).

УК-1.3. Формирует возможные варианты решения задач.

Раздел 2 «Источники ионизирующих излучений, особенности оценки их воздействия на биологические объекты и защита от ионизирующих излучений»

Разноуровневые задачи и задания (РЗз)

1. Расчет защиты по кратности ослабления экспозиционной дозы, мощности экспозиционной дозы и по заданной активности.
2. Расчет практической толщины слоя полупоглощения для различных материалов.
  1. Имеется гамма-установка терапевтическая, содержащая точечный изотропный источник  $^{60}\text{Co}$ , гаммаэквивалент которого равен 50 г-экв Ra ( $E_\gamma=1,25$  МэВ). При подготовке установки к работе источник выводится в рабочее положение по незащищенному шлангу. Задание: Рассчитать необходимую толщину бетонной стенки, отделяющей пульт управления оператора от установки, если  $r=2$  м. Защита должна обеспечить предельно допустимые уровни облучения для персонала при 6-часовом рабочем дне. При проектировании учесть двукратный запас  $n=2$ .
  2. Рассчитать защиту из воды в бесконечной геометрии ( $\rho = 1,0$  г/см<sup>3</sup>), ослабляющую по поглощенной дозе в воздухе излучение точечного изотропного источника фотонов с энергией 3 МэВ в 2000 раз.
  3. Определить толщину защиты из свинца для рентгеновской установки с максимальным напряжением 200 кВ при токе на мишень  $i=5$  мА, если расстояние от анода трубки до рабочего места  $R=2$  м, время работы персонала 18 ч в неделю, радиационный выход трубки равен  $13,6$  мГр·м<sup>2</sup>/(мин·мА). По найденной толщине защиты из свинца оценить эквивалентную толщину защиты из бетона.
  4. Какая доля гамма-излучения пройдет через 8 слоев половинного ослабления?
  5. Рассчитайте поглощенную дозу при работе с источником  $^{111}\text{Ag}$  (активность 50 мКи) на расстоянии 50 см в течение 5 ч. Определите толщины защитных экранов (вода, железо, свинец), обеспечивающих безопасные условия работы.
  6. Найти мощность дозы, создаваемой источником  $^{137}\text{Cs}$  активностью  $A=2 \cdot 10^6$  Бк за свинцовой защитой толщиной  $d=2$  см. Точечный изотропный источник находится на расстоянии 10 см от защиты.
  7. В одной точке находятся два точечных изотропных источника  $^{60}\text{Co}$  и  $^{137}\text{Cs}$ . Вклад фотонов в дозу от  $^{137}\text{Cs}$  в четыре раза превышает вклад от  $^{60}\text{Co}$ . Требуется рассчитать толщину защиты из свинца, которая ослабила бы мощность дозы от этих источников в 20 раз, в 1000 раз.
  8. Какой толщины требуется защитный экран из железа для медицинского персонала, который работает 1 час в день с источником  $^{131}\text{I}$  активностью 25 мКи, находящийся на расстоянии 60 см?
  9. Какая масса I-131 ( $T_{1/2}=8,05$  сут.) останется не распавшейся через 30 дней, если первоначальная масса изотопа составила 100 мг?
  10. За 5 минут в препарате происходит распад 6000 ядер. Вычислить активность препарата в Ки и Бк.
  11. Определить удельную активность (Бк/г) образца железа массой 1 мг, в котором содержится 1 мкг Fe-59 ( $T_{1/2}=47,1$  сут.).
  12. Имеется точечный изотропный радионуклид активностью  $A$ . энергетический спектр гамма-излучения источника содержит  $N$  групп фотонов; заданы энергия фотонов  $i$ -й группы и фотонный выход. Рассчитайте для этого

источника характеристики поля излучения в воздухе в точке детектирования на расстоянии  $r$ , м, от источника.

13. Сколько рентген составляет доза гамма-излучения в 1 рад для тела человека?
14. Доза, поглощенная в биологической ткани при облучении тепловыми нейтронами, составляет 0,5 рад. Какой дозе гамма-облучения это соответствует по биологическому воздействию?
15. Определить дозу облучения за 4 часа работы при мощности дозы мкР/с.
16. Какую в среднем эквивалентную дозу получит человек, относящийся к различным категориям, за 70 лет жизни? Оценить среднюю эквивалентную допустимую мощность дозы для этих лиц при условии равномерного распределения дозы на протяжении каждого года.
17. Сравнить дозы космического облучения за счет перелета на дозвуковом самолете (6 часов полета на высоте 11 км) и сверхзвуковом самолете.
18. Что называется ионизирующим излучением?
19. Что такое активность источника?
20. Дать определение экспозиционной, поглощенной и эквивалентной дозам излучения.
21. Что такое мощность дозы?
22. В чем заключается принцип работы счетчика Гейгера?
23. Терминология в области дозиметрии ионизирующих излучений.
24. Радиационные эффекты (соматические и генетические).
25. Единицы измерений доз облучения.

### Отчет по лабораторной работе (ОЛр)

Перечень заданий и вопросов для защиты лабораторных работ, перечень требований к отчету.

Лабораторная работа 3. Основы радиометрии. Измерение суммарной активности альфа- и бета- излучающих радионуклидов в пробах вод.

1) Ознакомиться с правилами по технике безопасности.

2) Ознакомиться и изучить устройство и принцип работы радиометра УМФ – 2000, освоить методику определения суммарной активности альфа- и бета- излучающих радионуклидов в пробах вод.

3) Оформление и защита отчета.

### Примерные вопросы

1. Какие радиоактивные изотопы содержатся в атмосферном воздухе и что является их источником? Что называется радиоактивным семейством урана?
2. Какая методика обнаружения радиоактивности в атмосферном воздухе применена в настоящей работе?

3. Сравните период убывания активности фильтра на половину с периодами полураспада  $\beta$ -радиоактивных изотопов естественной радиоактивности воздуха. Чем объясняется их различие?
4. От чего зависит концентрация естественных радиоактивных аэрозолей в атмосферном воздухе?
5. Задачи дозиметрии. Требования НРБ-99/2009 и ОСБОРБ 99/2010
6. Дозиметрический контроль за загрязнениями воздуха радиоактивными аэрозолями и газами.
7. Расчет защиты от ионизирующих излучений.
8. Назовите допустимые уровни радиоактивности питьевой воды?
9. Каковы правила отбора пробы воды?
10. Перечислите технические характеристики радиометра УМФ-2000.
11. Расскажите о назначении радиометра УМФ-2000.
12. Опишите области применения радиометра УМФ-2000.

Для текущего контроля ТКЗ:

- УК-1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действий.
- УК-1.1. Анализирует проблемную ситуацию и осуществляет её декомпозицию на отдельные задачи.
- УК-1.2. Вырабатывает стратегию решения поставленной задачи (составляет модель, определяет ограничения, вырабатывает критерии, оценивает необходимость дополнительной информации).
- УК-1.3. Формирует возможные варианты решения задач.

### «Радиационный контроль и организационные вопросы обеспечения радиационной безопасности»

#### Контрольная работа № 2

1. Биологическое действие ионизирующих излучений.
2. Внутреннее и внешнее облучение человека.
3. Генетические, соматические и соматико-стохастические последствия облучения.
4. Назначение и устройство ФЭУ, основные характеристики.
5. Взаимодействие альфа-частиц с веществом.
6. Взаимодействие бета-излучения с веществом.
7. Взаимодействие нейтронов с веществом.
8. Взаимодействие гамма-излучения с веществом.
9. Характеристики радиоактивных источников.
10. Способы радиационной защиты.
11. Расчет защиты по кратности ослабления экспозиционной дозы, мощности экспозиционной дозы и по заданной активности.
12. Знакомство с устройством малофоновой камеры.
13. Конструкция биологической защиты ЯР, специальные защитные стекла, германиево-фосфатные стекла.
14. Типы источников радиационных загрязнений.

15. Радиационная безопасность персонала и населения при эксплуатации техногенных источников излучения. Термолюминесцентные детекторы ионизирующих излучений, специфика эксплуатации.
16. Изучение проникающей способности ионизирующих излучений.
17. Изучение свойств нейтронного излучения при прохождении через различные среды.
18. Изучение защитных свойств материалов и расчет слоев половинного ослабления: парафин; песок кварцевый; стекло кварцевое; бетон.
19. Определение линейного коэффициента ослабления и энергии гамма-излучения по слою половинного ослабления.
20. Изучение защитных свойств материалов и расчет коэффициента массового ослабления для стальной и свинцовой пластин.
21. Определение интенсивности (мощности) ионизирующего излучения от различных источников.
22. Определение допустимого расстояния и времени работы в поле ионизирующих излучений.
23. Определение концентрации естественных радиоактивных аэрозолей в воздухе.
24. Биологическое действие ионизирующих излучений.
25. Какое излучение обладает наибольшей проникающей способностью?
26. Какой вид ионизирующих излучений наиболее опасен при внутреннем облучении человека?
27. Какой вид ионизирующих излучений наиболее опасен при внешнем облучении человека?
28. Чему, согласно НРБ-99/2009 равен предел годовой эквивалентной дозы в хрусталике глаза для группы А?
29. Дозы ионизирующих излучений.
30. Методы защиты от ионизирующих излучений.
31. Рассчитать эквивалентную дозу нейтронного излучения, которую получит человек за 1 ч при мощности поглощенной дозы  $1 \cdot 10^{-7}$  – Гр/с.
32. Определение и единицы измерения флюенса частиц. Определение и единицы измерения плотности потока частиц.
33. Какое излучение называется косвенно ионизирующим? Какое излучение называется непрерывным?
34. Экспозиционная доза: определение и физический смысл. Единицы измерения. Связь кермы с экспозиционной дозой. Дать определение 1 Кл/кг.
35. Какие дозиметры гамма-излучений используют для измерения мощности амбиентного эквивалента дозы  $\gamma$ -излучения?
36. Привести примеры, указать типы используемых детекторов, измеряемые характеристики. Произвести сравнение нескольких дозиметров.
37. Какие требования предъявляются к характеристикам дозиметров гамма-излучения для целей радиационного контроля зданий?
38. Дать определение поглощенной (эквивалентной, эффективной, экспозиционной) дозы.
39. Для каких целей были введены взвешивающие коэффициенты излучения и

ткани? Привести примеры.

40. Привести примеры взвешивающих коэффициентов для излучений разных видов.

41. Какие основные пределы эффективной дозы установлены для персонала и населения?

42. Дать определение индивидуальному эквиваленту дозы. Указать единицы измерения.

43. В каких видах дозиметрического контроля измеряют индивидуальный эквивалент дозы?

#### Отчет по лабораторной работе (ОЛр)

Перечень заданий и вопросов для защиты лабораторных работ, перечень требований к отчету.

Лабораторная работа 4. Измерение активности радионуклидов, содержащихся в различных объектах.

1) Ознакомиться с правилами по технике безопасности.

2) Ознакомиться и изучить устройство и принцип работы гамма-спектрометра МКС АТ 1315, освоить методику определения радионуклидного состава и активности в пробах различной консистенции.

3) Оформление и защита отчета.

#### Примерные вопросы

1. Каким образом можно отличить природный и обогащенный в лаборатории уран.

2. Объясните, каким образом можно измерить радиоактивность вещества.

3. Назовите наиболее распространенные в природе радиоактивные изотопы. Какие из них наиболее опасны для человека

4. Назовите преимущества и недостатки сцинтилляционного детектора по сравнению со счетчиком Гейгера и другими методами регистрации ионизирующих излучений.

5. Объясните природу и происхождение гамма-лучей.

6. Объясните закон ослабления гамма-лучей веществом. Каковы причины ослабления гамма-лучей веществом?

7. Каким образом в работе измеряется интенсивность гамма-лучей?

8. Поясните принцип действия счетчика Гейгера.

9. Почему зависимость в работе строится в полулогарифмическом масштабе?

10. Как объяснить существование фона в измерительной установке?

11. Почему необходимо учитывать фон измерительной установки?

Для промежуточной аттестации:

#### Примеры зачетных билетов

Билет № 1.

1. Дайте правильное определение термину «естественный радиационный фон».

2. Радиационные объекты. Что относится к объектам обращения с радиоактивными отходами?
3. Задача.

Билет № 2.

1. Дайте правильное определение термину «закрытый источник ионизирующего излучения».
2. . Ситуация планируемого облучения.
3. Задача.

Билет № 3.

1. Дайте правильное определение термину «источник ионизирующего излучения».
2. Ситуация аварийного облучения.
3. Задача.

Билет № 4.

1. Дайте правильное определение термину «радиационная безопасность».
2. Ситуация существующего облучения.
3. Задача.

Билет № 5.

1. Дайте правильное определение термину «население».
2. Экспертиза безопасности в области использования источников ионизирующего излучения.
3. Задача.

Билет № 6.

1. Классификация методов регистрации ИИ и дозиметрии.
2. Методы защиты от  $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ - и n излучений.
3. Задача.

Билет № 7.

1. Взаимодействие излучения с веществом.
2. Классификация нейтронов. Нейтронная дозиметрия. Детекторы нейтронов.
3. Задача.

Билет № 8.

1. Организация дозиметрического и радиометрического контроля на АЭС.
2. Методы расчета защиты от ионизирующих излучений.
3. Задача.

Билет № 9.

1. Ионизационный метод регистрации ИИ и дозиметрии.
2. Керма. Гамма-постоянная и радиевый гамма-эквивалент радиоактивного источника.
3. Задача.

Билет № 10.

1. Дозы излучения: поглощенная, экспозиционная, эквивалентная. Мощность дозы.
2. Приборы индивидуального контроля внешнего облучения. Переносные приборы дозиметрического контроля.
3. Задача.

Билет № 11.

1. Газоразрядные счетчики, их конструкции.
2. Приборы и системы дозиметрического и специального технологического контроля на АЭС.
3. Задача.

#### Вопросы для зачета

1. Цель принятия ФЗ № 184 от 27 декабря 2002 года «О техническом регулировании». Что означает термин «гармонизация»?
2. Назначение и роль технических регламентов. Затрагивают ли технические регламенты вопросы радиационной безопасности?
3. Перечислите основные нормативно-правовые документы, обеспечивающие радиационную безопасность.
4. Какие основные нормы облучения закреплены законодательно в ФЗ от 9 января 1996 г. N 3-ФЗ «О радиационной безопасности населения»?
5. Как согласуются нормы и требования к радиационной безопасности в РФ с международными?
6. Перечислите виды ионизирующего излучения.
7. Что такое радиоактивность? Какие семейства радиоактивных элементов вы знаете?
8. Что такое активность радионуклида, что характеризует период полураспада?
9. Назовите основные факторы естественного радиационного фона.
10. Перечислите основные антропогенные источники ионизирующего облучения.
11. В чём отличие эквивалентной дозы от поглощённой дозы облучения?
12. Какие факторы учитывает эффективная доза облучения?

13. Какие выделяют типы биологического воздействия радиации?
14. Как классифицируют условия труда на рабочих местах по результатам специальной оценки условий труда?
15. Какие основные методы используются в приборах для обнаружения и регистрации ионизирующих излучений?
16. От чего зависит режим работы ионизационной камеры?
17. Как по функциональному назначению делятся приборы для регистрации ИИ?
18. Как оценивают суммарную активность строительных материалов?
19. Что включает понятие индивидуальный дозиметрический контроль, как учитываются данные этого контроля?
20. Какие вы знаете защитные мероприятия по уменьшению дозы излучения?
21. Какие материалы эффективно защищают от гамма-излучения и рентгеновского излучения?
22. Какие материалы применяются для защиты от нейтронного излучения?
23. Каково назначение коллективных средств защиты от радиационного излучения?
24. Каковы используются барьеры для размещения радиоактивных отходов?
25. Что такое радиационная авария?
26. Какое принято деление радиационных аварий по масштабам?
27. Какие временные фазы выделяют в развитии радиационных аварий?
28. Какая неисправность является наиболее критичной в работе атомных реакторов?
29. Какова роль статистических методов в повышении радиационной безопасности?
30. Как производится оценка риска неблагоприятного события?
31. Правовое обеспечение радиационной безопасности населения.
32. Основные положения закона РФ о радиационной безопасности населения.
33. Основные положения закона РФ в области использования атомной энергии.
34. Основные положения закона РФ об охране окружающей среды и обеспечения радиационной безопасности.
35. Определение радиационной безопасности как науки.
36. Принципы обеспечения радиационной безопасности.
37. Мероприятия по обеспечению радиационной безопасности.
38. Принципы защиты населения от радиационного воздействия.
39. Требования по обеспечению радиационной безопасности персонала и населения, окружающей среды.
40. Нормативные документы по обеспечению радиационной безопасности.
41. Основные принципы нормирования доз облучения персонала и населения.
42. Нормативные документы 1-го и 2-го порядка.
43. Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности.
44. Классификация радиационных объектов.
45. Классы работ с радиоактивными веществами и источниками ионизирующего излучения.

46. Федеральные законы и нормативные документы по радиационной безопасности населения и окружающей среды.
47. Ответственность за нарушение законодательства в области использования атомной энергии.
48. Ядерная энергетика и окружающая среда.
49. Радиационная безопасность атомных станций и ядерно-технических установок.
50. Ядерный топливный цикл и энергетические отходы.
51. Радиоактивное загрязнение окружающей среды на различных этапах эксплуатации АЭС.
52. Понятие о радиоактивных отходах (РАО), их классификации.
53. Обеспечение радиационной безопасности при обращении с РАО.
54. Требования, предъявляемые к сбору, сортировке, упаковке, учету и контролю РАО, транспортировке.
55. Радиационные аварии: классификация, причины и последствия, мероприятия по предупреждению.
56. Радиационная безопасность при радиационных авариях: мероприятия по ликвидации и обеспечению радиационной безопасности.
57. Методы и способы дезактивации загрязненных территорий.
58. Международное сотрудничество в области радиационной безопасности.
59. Международное сотрудничество в области охраны окружающей природной среды.
60. Радиационный контроль
61. Методы радиационного контроля
62. Требования к обеспечению РБ, изучению радиационной обстановки, проведению радиационного контроля.
63. Приборы и аппаратура для дозиметрического контроля: основные типы и виды, назначение, устройство.
64. Организация радиационного мониторинга на предприятиях атомной промышленности.
65. Контроль доз облучения персонала, контроль состояния природной среды в районе расположения АЭС.