



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

АКТУАЛИЗИРОВАНО
решением ученого совета ИАТЭ
протокол №9 от 28.04.2026



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

УТВЕРЖДАЮ
Директор ИАТЭ

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

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**Безопасное обращение и захоронение радиоактивных отходов
и отработанного ядерного топлива**

Специальность: Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг

Специализация: Радиационная безопасность атомных станций

Квалификация

Специалист

г. Казань, 2025

Программу разработал(и):

Наименование кафедры	Должность, уч.степень, уч.звание	ФИО разработчика
АРЭ	Доцент, к.х.н.	Сироткина Л.В.

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

Целью освоения дисциплины «Безопасное обращение и захоронение радиоактивных отходов и отработанного ядерного топлива» является формирование у специалистов знаний в области проведения изучения основных технологий обращения с РАО и ОЯТ и требований безопасности, применяемых к ним.

Задачами дисциплины являются:

- ознакомиться с технологиями и оборудованием, используемым на всех этапах обращения РАО и ОЯТ, включая сбор, переработку, кондиционирование, транспортировку, хранение и захоронение;
- получить базовые представления о нормативно-правовом регулировании деятельности в области обращения с РАО и ОЯТ, требованиях безопасности;
- изучить основные правила обращения с РАО и ОЯТ
- ознакомиться с актуальными проблемами и вопросами, возникающими в мире и России при обращении с РАО.

Компетенции и индикаторы, формируемые у обучающихся:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора
ПК-1. Осуществляет производственный контроль радиационной безопасности в атомной отрасли	ПК-1.3. Способен организовать контроль допуска персонала к работам с источниками ионизирующего излучения и радиоактивными веществами и отходами.
ПК-3. Разрабатывает и согласовывает производственно-технологическую документацию организации атомной отрасли на соответствие требованиям радиационной безопасности с использованием цифровых технологий и современных программно-технических комплексов	ПК-3.2. Демонстрирует способность к проведению анализа параметров эксплуатации АЭС для определения их соответствия требованиям радиационной безопасности, определению контрольных уровней ионизирующего излучения и критических параметров радиационной обстановки.

2. Место дисциплины в структуре ОП

Предшествующие дисциплины (модули), практики, НИР, др. «Химия», «Физика», «Ядерная физика», «Физика ядерных реакторов», «Материаловедение», «Метрологическое обеспечение технических измерений в атомной энергетике», «Проектная деятельность в ядерной энергетике», «Специальные реакторы и реакторы малой мощности», «Решение инженерных задач в ядерной энергетике», «Контроль и управление ядерными энергетическими установками», «Безопасность жизнедеятельности», «Дозиметрия и защита от ионизирующих излучений», «Компьютерное моделирование технологических процессов и оборудования АЭС».

Последующие дисциплины (модули), практики, НИР, др. «Учебная практика (ознакомительная)», «Производственная практика (научно-исследовательская работа)», «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
			А
ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ	3	108	108
КОНТАКТНАЯ РАБОТА*	1,5	54	54
АУДИТОРНАЯ РАБОТА	1,17	42	42
Лекции	0,67	24	24
Практические (семинарские) занятия	0,5	18	18
Лабораторные работы	—	—	—
САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ	1,83	66	66
Проработка учебного материала	0,83	30	30
Курсовой проект	—	—	—
Курсовая работа	—	—	—
Подготовка к промежуточной аттестации	1		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 «Радиоактивные отходы (РАО)»	20	6	—	4	10	ТК 1	ПК-1.3 ЗУВ
Раздел 2 «Обращение с отработавшим ядерным топливом (ОЯТ)»	28	10	—	8	10	ТК 2	ПК-1.3 ЗУВ, ПК-3.2 ЗУВ
Раздел 3. «Радиационная безопасность при	24	8	—	6	10	ТК 3	ПК-1.3 ЗУВ, ПК-3.2 ЗУВ,

Последующие дисциплины (модули), практики, НИР, др. «Учебная практика (ознакомительная)», «Производственная практика (научно-исследовательская работа)», «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
			А
ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ	3	108	108
КОНТАКТНАЯ РАБОТА*	1,61	54	54
АУДИТОРНАЯ РАБОТА	1,17	42	42
Лекции	0,67	24	24
Практические (семинарские) занятия	0,5	18	18
Лабораторные работы	—	—	—
САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ	1,83	66	66
Проработка учебного материала	0,83	30	30
Курсовой проект	—	—	—
Курсовая работа	—	—	—
Подготовка к промежуточной аттестации			
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 «Радиоактивные отходы (РАО)»	20	6	—	4	10	ТК 1	ПК-1.3 ЗУВ
Раздел 2 «Обращение с отработавшим ядерным топливом (ОЯТ)»	28	10	—	8	10	ТК 2	ПК-1.3 ЗУВ, ПК-3.2 ЗУВ
Раздел 3. «Радиационная безопасность при	24	8	—	6	10	ТК 3	ПК-1.3 ЗУВ, ПК-3.2 ЗУВ,

обращении с РАО и ОЯТ»							
Экзамен	36					ОМ	ПК-1.3 ЗУВ, ПК-3.2 ЗУВ,
Итого за А семестр	108	24	0	18	30		

3.3. Содержание дисциплины

Раздел 1 «Радиоактивные отходы (РАО)»

Понятие радиоактивных отходов. Источники радиоактивных отходов. Представление о радиоактивных отходах. Критерии отнесения твердых, жидких и газообразных отходов к радиоактивным отходам. Удаляемые и особые радиоактивные отходы. Критерии отнесения радиоактивных отходов к особым радиоактивным отходам и к удаляемым радиоактивным отходам. Классы радиоактивных отходов. Классификация радиоактивных отходов удаляемых радиоактивных отходов по агрегатному состоянию, удельной активности, периоду полураспада, содержанию ядерных материалов. Классификация жидких и твердых радиоактивных отходов. Классификация твердых РАО по уровню поверхностного радиоактивного загрязнения. Распространенность и статистика по накопленным РАО в РФ.

Раздел 2 «Обращение с отработавшим ядерным топливом (ОЯТ)»

Сбор, сортировка, упаковка, временное хранение, кондиционирование (концентрирование, отверждение, прессование, сжигание), транспортирование, длительное хранение и (или) захоронение. Переработка РАО. Сортировка, демонтаж, фрагментирование, дезактивация, компактирование, остекловывание, цементирование, омоноличивание, битумирование, сжигание твердых и жидких РАО, очистка жидких РАО. Кондиционирование РАО. Требования к переработке и кондиционированию радиоактивных отходов. Хранение радиоактивных отходов. Требования к долговременному хранению и/или захоронению радиоактивных отходов.

Раздел 3. «Радиационная безопасность при обращении с РАО и ОЯТ»

Отработавшее ядерное топливо. ОЯТ водо-водяных энергетических реакторов. ОЯТ быстрых реакторов. ОЯТ исследовательских реакторов. ОЯТ транспортных реакторов. Нормативно правовая база обеспечения радиационной безопасности. Окончательное удаление радиоактивных отходов и отработавшего ядерного топлива. Контроль и учет радиоактивных отходов и ядерных материалов.

3.4. Тематический план практических занятий

Раздел 1 «Радиоактивные отходы (РАО)»

1. Классификация радиоактивных отходов.
2. Современные методы переработки РАО. Перспективы их развития.

Раздел 2 «Обращение с отработавшим ядерным топливом (ОЯТ)»

3. Сравнение ОЯТ при использовании ядерного топлива на атомных станциях.
4. Нормативно правовая база обеспечения радиационной безопасности.
5. Понятие ОЯТ.
6. Радиохимические производства в мире.

Раздел 3. «Радиационная безопасность при обращении с

РАО и ОЯТ»

7. Современные отечественные и зарубежные разработки по хранению РАО и ОЯТ.

8. Контроль и учет радиоактивных отходов и ядерных материалов.

3.5. Тематический план лабораторных работ

Данный вид работы не предусмотрен учебным планом

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
ПК 1	ПК-1.3	Знать:				
		Способы организации контроля допуска персонала к работам с источниками ионизирующего излучения и радиоактивными веществами и отходами	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:				

		организовать контроль допуска персонала к работам с источниками ионизирующего излучения и радиоактивными веществами и отходами	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 организации контроля допуска персонала к работам с источниками ионизирующего излучения и радиоактивными веществами и отходами	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
ПК 3	ПК-3.2	Знать:				
		Демонстрирует способность к проведению методологический подход к анализу параметров эксплуатации АЭС для определения их соответствия требованиям радиационной безопасности, определению контрольных уровней ионизирующего излучения и критических параметров радиационной обстановки	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 параметры эксплуатации АЭС для определения их соответствия требованиям радиационной безопасности, определению контрольных уровней ионизирующего излучения и критических параметров радиационной обстановки	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 анализа параметров эксплуатации АЭС для определения их соответствия требованиям радиационной безопасности, определению контрольных уровней ионизирующего излучения и критических параметров радиационной обстановки	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

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.

5.1.2. 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. 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://npoed.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 В-503	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 аудитория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации В-513	Специализированная учебная мебель, технические средства обучения (ноутбук), экран, доска аудиторная, таблица Менделеева, "Стандартный ряд электродных потенциалов", таблица по ТБ.
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					



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

Безопасное обращение и захоронение радиоактивных отходов и отработанного
ядерного топлива

(Код и наименование дисциплины в соответствии с РУП)

Специальность: Атомные станции: проектирование, эксплуатация и
инжиниринг

Специализация: Проектирование и эксплуатация атомных станций

Квалификация

Специалист

2. Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации
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
ПК 1	ПК-1.3	Знать:				
		Способы организации контроля допуска персонала к работам с источниками ионизирующего излучения и радиоактивными веществами и отходами	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:				
		организовать контроль допуска персонала к работам с источниками ионизирующего излучения и радиоактивными веществами и отходами	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	
		Владеть:				
		навыками организации контроля допуска персонала к работам с источниками ионизирующего излучения и радиоактивными веществами и отходами	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
ПК 3	ПК-3.2	Знать:				

		Демонстрирует способность к проведению методологический подход к анализу параметров эксплуатации АЭС для определения их соответствия требованиям радиационной безопасности, определению контрольных уровней ионизирующего излучения и критических параметров радиационной обстановки	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 параметры эксплуатации АЭС для определения их соответствия требованиям радиационной безопасности, определению контрольных уровней ионизирующего излучения и критических параметров радиационной обстановки	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 анализа параметров эксплуатации АЭС для определения их соответствия требованиям радиационной безопасности, определению контрольных уровней ионизирующего	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

		излучения критических параметров радиационной обстановки	и				
--	--	--	---	--	--	--	--

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
Тест (Тест)	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося	Комплект тестовых заданий

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:

ПК-1. Осуществляет производственный контроль радиационной безопасности в атомной отрасли.

ПК-1.3. Способен организовать контроль допуска персонала к работам с источниками ионизирующего излучения и радиоактивными веществами и отходами.

ПК-3. Разрабатывает и согласовывает производственно-технологическую документацию организации атомной отрасли на соответствие требованиям радиационной безопасности с использованием цифровых технологий и современных программно-технических комплексов.

ПК-3.2. Демонстрирует способность к проведению анализа параметров эксплуатации АЭС для определения их соответствия требованиям радиационной безопасности, определению контрольных уровней ионизирующего излучения и критических параметров радиационной обстановки.

Контрольная работа

Раздел 1 «Радиоактивные отходы (РАО)»

1. Для каких целей необходима классификация РАО?
2. Что такое МЗУА?
3. Какие критерии лежат в основе классификации РАО в России?
4. Какие характеристики РАО используются в российском классификаторе РАО для категорирования их на НАО, САО и ВАО?
5. Какие жидкие РАО относятся в России к высокоактивным?
6. Для каких РАО не вводятся никаких ограничений на их использование ?
7. Что такое период полураспада радионуклидов и как он учитывается при категорировании РАО?
8. Что принимается за основу классификации РАО в рекомендациях МАГАТЭ?
9. Назовите категории РАО, рекомендованные МАГАТЭ, и охарактеризуйте их.
10. Какие новые категории РАО введены в 2010 году в документах МАГАТЭ?
11. Чем отличаются ОНАО от НАО в классификации МАГАТЭ?
12. Что такое «обращение с радиоактивными отходами»?
13. Назовите основные стадии обращения с РАО.
14. В чём заключается взаимозависимость различных стадий обращения с РАО?
15. Что такое «кондиционированные РАО»?
16. Основная цель обеспечения радиационной безопасности при обращении с РАО?
17. Какие три класса нормативов используются для характеристики облучения персонала и населения?
18. Сформулируйте основную цель обеспечения ядерной безопасности. Что

такое СЦР?

19. При каких условиях обращения с РАО возможно возникновение СЦ

20. Основные принципы безопасного обращения с РАО, сформулированные МАГАТЭ?

21. Дайте развернутую характеристику Объединенной конвенции МАГАТЭ.

22. Как Объединенная конвенция трактует отношение к уже существующим хранилищам РАО?

Для текущего контроля ТК2:

ПК-1. Осуществляет производственный контроль радиационной безопасности в атомной отрасли.

ПК-1.3. Способен организовать контроль допуска персонала к работам с источниками ионизирующего излучения и радиоактивными веществами и отходами.

ПК-3. Разрабатывает и согласовывает производственно-технологическую документацию организации атомной отрасли на соответствие требованиям радиационной безопасности с использованием цифровых технологий и современных программно-технических комплексов.

ПК-3.2. Демонстрирует способность к проведению анализа параметров эксплуатации АЭС для определения их соответствия требованиям радиационной безопасности, определению контрольных уровней ионизирующего излучения и критических параметров радиационной обстановки.

Контрольная работа

Раздел 2 «Обращение с отработавшим ядерным топливом (ОЯТ)»

1. Понятие ОЯТ.

2. Источники. Виды ОЯТ.

3. Отработавшее ядерное топливо.

4. Сравнение ОЯТ при использовании ядерного топлива на атомных станциях Российского дизайна и зарубежных РАЭС.

5. Основные этапы обращения с ОЯТ

6. Радиохимические производства в мире

7. Особенности технологий переработки ОЯТ на данных предприятиях.

8. ОЯТ водо-водяных энергетических реакторов.

9. ОЯТ быстрых реакторов. ОЯТ исследовательских реакторов. ОЯТ транспортных реакторов. Состав. Свойства.

10. Основные этапы обращения с ОЯТ.

11. Образование ОЯТ в России и в мире.

12. Временное хранение ОЯТ в пристанционных бассейнах выдержки.

13. Мокрое, сухое хранение ОЯТ.

14. Принципиальные подходы к обращению с ОЯТ.

15. Концепция по обращению с ОЯТ в России.

16. Переработка ОЯТ. PUREX-технология. COEX-технология.

17. Радиохимический завод РТ-1.

18. Дорожная карта по созданию инфраструктуры обращения с ОЯТ в России.

Для текущего контроля ТКЗ:

ПК-1. Осуществляет производственный контроль радиационной безопасности в атомной отрасли.

ПК-1.3. Способен организовать контроль допуска персонала к работам с источниками ионизирующего излучения и радиоактивными веществами и отходами.

ПК-3. Разрабатывает и согласовывает производственно-технологическую документацию организации атомной отрасли на соответствие требованиям радиационной безопасности с использованием цифровых технологий и современных программно-технических комплексов.

ПК-3.2. Демонстрирует способность к проведению анализа параметров эксплуатации АЭС для определения их соответствия требованиям радиационной безопасности, определению контрольных уровней ионизирующего излучения и критических параметров радиационной обстановки.

Контрольная работа

Раздел 3. «Радиационная безопасность при обращении с РАО и ОЯТ»

1. Почему захоронение является важнейшим этапом обращения с РАО?
2. Какие виды захоронений рекомендованы в настоящее время МАГАТЭ?
3. Что такое глубинное захоронение жидких РАО, используемое в России?
4. Назовите цели и принципы обеспечения безопасности захоронений РАО, сформулированные в НП-055-04.
5. Сформулируйте критерии обеспечения безопасности, которым должны удовлетворять ПЗРО.
6. Каким нормативным документом определен единый подход и организация учета и контроля радиоактивных веществ и РАО ?
7. Назовите основные принципы учета и контроля радиоактивных веществ и РАО на предприятии.
8. Какие предельные количества ядерных материалов в организации подлежат учету и контролю в системе учета и контроля радиоактивных веществ и РАО?
9. Какие требования по учету и контролю, предъявляются к документации по РАО?
10. Что такое инвентаризация РАО и как часто она должна проводиться на предприятии?
11. Что такое УИВ?
12. Какими положениями необходимо руководствоваться при переводе ядерных материалов в категорию РАО?
13. Для каких целей необходима иммобилизация РАО, содержащих ядерные материалы?

14. Какие материалы относятся к ядерным материалам в системе учета и контроля ядерных материалов?
15. Каким документом устанавливаются требования по учету и контролю ядерных материалов и какова сфера его действий?
16. Что такое физическая защита и существуют ли особенности обеспечения её для объектов обращения РАО?

Тестовые задания

1. Установка РСА относится:
 - А) к закрытым источникам;
 - Б) к источникам неиспользуемого ионизирующего излучения;
 - В) к устройствам, генерирующим рентгеновское излучение.
2. Порядок обращения с радиационно-технологическими приборами устанавливается:
 - А) Федеральными законами;
 - Б) нормами радиационной безопасности;
 - В) основными санитарными правилами радиационной безопасности.
3. Перечислить полный объём мер радиационной безопасности, предусмотренный инструкцией № 6, который необходимо соблюдать при проведении юстировочных работ на установках РСА:
 - А) рабочее напряжение и ток;
 - Б) дозиметр и защитный экран;
 - В) минимальное напряжение и ток с использованием защитных средств + дозиметр.
4. Порядок допуска к работе с ИИИ:
 - А) собеседование, мед. осмотр;
 - Б) экзамен, мед. осмотр;
 - В) мед. осмотр, аттестация на знание правил радиационной безопасности, аттестация на соответствующую группу по электробезопасности, приказ о допуске к работе с ИИИ, инструктаж на рабочем месте.
5. Чем отличаются установки с источниками неиспользуемого рентгеновского излучения (НРИ) от установок с источниками, генерирующими рентгеновское излучение:
 - А) детектор излучения размещён в общем рентгенозащитном кожухе;
 - Б) не требуют дополнительной юстировки после их наладки и ввода в эксплуатацию;
 - В) все процессы происходят в вакууме, и рабочий объём камеры при генерации НРИ недоступен.
6. Дозиметрические приборы должны проходить поверку:
 - А) два раза в год;
 - Б) один раз в год;
 - В) только при неисправной работе.
7. Как часто и кем должна проводиться инвентаризация РВ и установок с ИИИ:
 - А) один раз в год ответственными по лабораториям;
 - Б) один раз в год комиссией, назначенной приказом руководителя учреждения;
 - В) один раз в год специалистами Роспотребнадзора.

8. Какие работы разрешается проводить согласно СЭЗ:
- А) работы на тех установках РСА, микроскопах, спектрометрах, работы с РВ в тех помещениях, которые указаны в данном документе;
 - Б) работы на имеющихся установках;
 - В) любые работы, не связанные с радиоактивными веществами.
9. Кем устанавливаются контрольные уровни для персонала категории А:
- А) руководителем лаборатории;
 - Б) органами Роспотребнадзора;
 - В) администрацией учреждения при обязательном согласовании с органами Роспотребнадзора.
10. При какой дозе облучения начинается лучевая болезнь?
- А) 10 Гр (10 Зв);
 - Б) 5 Гр (5 Зв);
 - В) 1 Гр (1 Зв).
11. Безопасный уровень облучения тела человека:
- А) 0,2 мкЗв/ч, 20 мкР/ч;
 - Б) 0,4 мкЗв/ч, 40 мкР/ч;
 - В) 0,3 мкЗв/ч, 30 мкР/ч.
12. Кто выдаёт и подписывает СЭЗ (санитарно-эпидемиологическое заключение) на право работ с ИИИ ИФТТ РАН?:
- А) специалист Роспотребнадзора г. Ногинска;
 - Б) главный санитарный врач по Московской обл.;
 - В) главный санитарный врач РФ.
13. Кто относится к персоналу категории А:
- А) лица, постоянно или временно работающие с ИИИ;
 - Б) лица, работающие с радиоактивными источниками;
 - В) лица, которые непосредственно не работают с ИИИ, но по условиям размещения их рабочих мест могут подвергаться воздействию ИИ.
14. Что должен сделать сотрудник, проводящий замену шторок, трубок, экранов?:
- А) написать заявление в администрацию;
 - Б) доложить руководителю работ и вызвать ответственного за КРБ;
 - В) привлечь к этой работе другого сотрудника.
15. Периодическая проверка знаний, правил персонала категории А проводится:
- А) раз в квартал;
 - Б) раз в полгода;
 - В) раз в год.
16. В каких помещениях разрешается работать с радиоактивными веществами, установками РСА, микроскопами, спектрометрами?
- А) в помещениях, оборудованных согласно требованиям санитарных правил и норм;
 - Б) в помещениях, имеющих охранную сигнализацию;
 - В) только в помещениях, указанных в СЭЗ.
17. СЭЗ (санитарно-эпидемиологическое заключение) на эксплуатацию ИИИ

выдаётся на срок:

- А) 1 год;
- Б) 3 года;
- В) 5 лет.

18. Кем выдаётся и срок действия радиационно-гигиенического паспорта?:

- А) главным санитарным врачом в Ногинском районе, городах Балашиха, Реутов, Черноголовка, Электросталь на 1 год;
- Б) главным санитарным врачом в Ногинском районе, городах Балашиха, Реутов, Черноголовка, Электросталь на 3 года;
- В) специалистом Роспотребнадзора на 3 года.

19. Кем регистрируются и в течение какого времени хранятся результаты всех видов радиационного контроля:

- А) ответственным за КРБ, в течение 50 лет;
- Б) ответственным за КРБ, в течение 10 лет;
- В) проверяющим инспектором, в течение 20 лет.

20. Какие виды излучений относятся к ионизирующему излучению:

- А) гамма-излучение, ультрафиолетовое излучение; рентгеновское;
- Б) гамма-излучение, характеристическое излучение; рентгеновское;
- В) инфракрасное.

21. Место расположения индивидуального дозиметра при проведении юстировочных работ на аппаратах РСА:

- А) на груди сотрудника, проводящего юстировку;
- Б) на запястье руки сотрудника, проводящего юстировку;
- В) рядом с сотрудником.

22. Мощность эквивалентной дозы излучения установок с ИИИ на расстоянии 1 м от корпуса не должна превышать:

- А) 2 мкЗв/ч;
- Б) 4 мкЗв/ч;
- В) 3 мкЗв/ч.

23. На основании каких данных утверждается радиационно-гигиенический паспорт?

- А) протоколов дозиметрических измерений;
- Б) годовых эффективных доз облучения персонала;
- В) количества работающих установок с ИИИ

24. Какой контрольный уровень эффективной дозы установлен для персонала категории А в ИФТТ РАН?

- А) 1 мЗв в год;
- Б) 2,5 мЗв в год;
- В) 5 мЗв в год.

Для промежуточной аттестации:

Примеры экзаменационных билетов:

Билет № 1.

1. Что такое ООБ и каковы его цели?
2. Для каких этапов жизненного цикла объектов ИАЭ разрабатывается ООБ?

Билет № 2.

1. Приведите примерное содержание ООБ для хранилища ТРО?
2. В чем особенность содержания первой главы ООБ?

Билет № 3

1. Определите понятия: авария, проектная авария и запроектная авария.
2. Назовите исходные события, которые могут привести к проектной и запроектной аварии на хранилище РАО.

Билет № 4

1. Что такое ПБЭ и УБЭ?
2. Приведите примеры нормальных условий эксплуатации, ПБЭ и УБЭ для хранилища РАО.

Билет № 5

1. В чем отличие вывода из эксплуатации хранилища РАО от его закрытия?
2. Что должна содержать глава по оценке долговременной безопасности хранилища?

Вопросы для подготовки к экзамену

1. Классы опасности отходов для окружающей среды.
2. Существующие методы отнесения отходов к определенному классу опасности.
3. Что собой представляют цветные (зеленый, янтарный (желтый) и красный) списки отходов?
4. Способы хранения и захоронения отходов различных видов и классов опасности.
5. Приведите принципиальную схему этапов жизненного цикла отходов.
6. Взаимодействие зданий и сооружений с компонентами подземного пространства. Компоненты инженерно-геологических условий.
7. Общие и специальные классификации грунтов и положение в них техногенных грунтов.
8. Гранулометрический состав дисперсных грунтов. Для чего необходима информация по гранулометрическому составу отходов?
9. Основные показатели физических свойств грунтов и методы их определения.
10. Основные показатели водных свойств грунтов и методы их определения.
11. Основные показатели механических свойств грунтов и методы их определения.
12. Использование показателей физико-механических свойств грунтов в расчетах осадок оснований зданий и сооружений, а также при оценке устойчивости склонов и откосов.
13. Основные методы полевого определения коэффициента фильтрации грунтов?

14. Компостирование отходов – суть метода, особенности технологии и область ее применения.
15. В чем заключается отличие полигона ТКО от свалки? Определение полигона ТКО. Принимаемые на полигоны ТКО отходы.
16. Основные недостатки отвального способа складирования отходов.
17. Устройство хвостового и шламового хозяйства.
18. Противофильтрационные экраны и завесы.
19. Недостатки противофильтрационных экранов из природных материалов.
20. Что собой представляют бентоматы?
21. Область применения противофильтрационных устройств из асфальтовых материалов.
22. Главные преимущества противофильтрационных завес перед противофильтрационными экранами. Для чего в двухслойных глиняных экранах устраивается дренажная прослойка из песка?
23. Область применения противофильтрационных завес.
24. Для чего используются противофильтрационные устройства. Перечислите их основные типы. Главные функции финальных перекрытий полигонов.
25. Основные типы хвостохранилищ и шламонакопителей.
26. Устройство насыпной плотины (дамбы) хвосто- и шламохранилищ.
27. Дренажные устройства на низовом откосе плотины.
28. Водосборные и водоприемные сооружения хвосто- и шламохранилищ.
29. Для чего служат контрольно-регулирующие пруды на полигонах захоронения промышленных отходов?
30. Химический состав подземных вод. Оценка степени агрессивности химического состава подземных вод по отношению к конструкционным материалам.
31. Основные положения СП 2.1.7.1038-01 «Гигиенические требования к устройству и содержанию полигонов для твердых бытовых отходов».
32. Состав сооружений полигонов твердых коммунальных и опасных промышленных отходов и их назначение.
33. Основные виды воздействия полигонов твердых коммунальных и промышленных отходов на компоненты подземного пространства.
34. Предотвращение загрязнения компонентов подземного пространства при эксплуатации объектов размещения отходов.
35. В чем заключается роль воды при развитии оползневых процессов? Как гидродинамическое и гидростатическое давление сказывается на устойчивости откосов?
36. К группе каких РАО преимущественно относится отработавшее ядерное топливо и продукты его химической переработки?
37. Какие отходы образуются в процессе эксплуатации атомных электростанций в результате обработки охлаждающей воды и воды бассейна выдержки, дезактивации оборудования и текущего ремонта установки?
38. Каков средний срок службы у тепловыделяющих сборок, используемых в атомных реакторах?

39. Сколько классов РАО выделяется в обновленной классификации МАГАТЭ от 2014 г.?
40. Как называется превращение долгоживущих радиоактивных отходов в короткоживущие изотопы и/или нейтрализация радиоактивных ядер до стабильного состояния?
41. В каком обязательном для предприятий документе содержатся сведения о результатах многолетних наблюдений за радиационной обстановкой в контролируемых зонах?
42. Подготовка РАО к хранению и захоронению.
43. Что называется кубовым остатком? Дайте его краткую характеристику.
44. Что называется пиролизом ТРО?
45. Какая технология подготовки к захоронению лучше всего подходит для высокоактивных жидких отходов с высоким тепловыделением?
46. Для снижения взрывоопасности, какое количество отходов от общей массы должны содержать битумные компаунды?
47. Для какого из методов иммобилизации РАО характерен наиболее сильный нагрев?
48. Способы захоронения радиоактивных отходов различной степени активности в геологических формациях.
49. Какой способ хранения и захоронения лучше всего подходит для отходов ядерного топлива?
50. Какова продолжительность локализации в подземных хранилищах низкоактивных отходов?
51. В течение какого периода должна выполнять роль основного барьера на пути миграции радионуклидов выбранная для захоронения РАО геологическая формация?
52. Допускается ли захоронение РАО в толще многолетнемерзлых пород (ММП)?
53. Параметры, используемые для характеристики поглотительной способности пород в отношении радионуклидов.
54. Основные геоэкологические проблемы при закачке жидких радиоактивных отходов в глубокие пласты-коллекторы (водоносные горизонты).
55. Предотвращение загрязнения компонентов подземного пространства при эксплуатации хранилищ и могильников радиоактивных отходов.
56. Назовите основные недостатки соляных и глинистых геологических формаций, потенциально пригодных для размещения хранилищ ВАО.
57. На каком предприятии в 1957 г. произошла «Кыштымская авария» — первая в СССР радиационная чрезвычайная ситуация техногенного характера, которая привела к возникновению Восточно-Уральского радиоактивного следа (ВУРС)?
58. В каких странах используется практика глубинного захоронения жидких РАО?