

**Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»**

Направление подготовки/специальность: 14.04.01 Ядерная энергетика и теплофизика

Наименование образовательной программы: Физико-технические проблемы атомной энергетики

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

**Оценочные материалы
по дисциплине
Обращение с РАО и ОЯТ**

**Москва
2023**

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Разработчик

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Никонов С.М.
	Идентификатор	R7ec65784-NikonovSM-8045003e

С.М.
Никонов

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной
программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Мелихов О.И.
	Идентификатор	Re9797a97-MelikhovOI-83f385d8

О.И.
Мелихов

Заведующий
выпускающей кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Хвостова М.С.
	Идентификатор	R5ead212f-KhvostovaMS-a4cf11ca

М.С.
Хвостова

ОБЩАЯ ЧАСТЬ

Оценочные материалы по дисциплине предназначены для оценки: достижения обучающимися запланированных результатов обучения по дисциплине, этапа формирования запланированных компетенций и уровня освоения дисциплины.

Оценочные материалы по дисциплине включают оценочные средства для проведения мероприятий текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

Формируемые у обучающегося компетенции:

1. ПК-1 Способен анализировать и моделировать физические и технологические процессы, используемые в атомной энергетике

ИД-4 Знает принципы обеспечения безопасности атомных электростанций на всех стадиях их жизненного цикла

и включает:

для текущего контроля успеваемости:

Форма реализации: Письменная работа

1. Газообразные и жидкие радиоактивные отходы (Контрольная работа)
2. Локализация радиоактивных отходов (Контрольная работа)
3. Обращение с отработавшим ядерным топливом (Контрольная работа)
4. Твердые радиоактивные отходы (Контрольная работа)

БРС дисциплины

3 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %				
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
	Срок КМ:	4	8	12	15
Обращение с отработавшим ядерным топливом					
Обращение с отработавшим ядерным топливом	+				
Газообразные радиоактивные отходы					
Газообразные радиоактивные отходы			+		
Жидкие радиоактивные отходы					
Жидкие радиоактивные отходы			+		
Твердые радиоактивные отходы					
Твердые радиоактивные отходы				+	
Локализация радиоактивных отходов					
Локализация радиоактивных отходов					+

Вес КМ:	25	25	25	25
---------	----	----	----	----

\$Общая часть/Для промежуточной аттестации\$

СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

I. Оценочные средства для оценки запланированных результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Индекс компетенции	Индикатор	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Контрольная точка
ПК-1	ИД-4ПК-1 Знает принципы обеспечения безопасности атомных электростанций на всех стадиях их жизненного цикла	Знать: схемы переработки твёрдых радиоактивных отходов на современной АЭС принципы обращения с отработавшим ядерным топливом на современной АЭС технологии окончательной локализации РАО схемы переработки жидких и газообразных радиоактивных отходов на современной АЭС Уметь: принимать обоснованные решения о применении технологий хранения и захоронения РАО	Обращение с отработавшим ядерным топливом (Контрольная работа) Газообразные и жидкие радиоактивные отходы (Контрольная работа) Твердые радиоактивные отходы (Контрольная работа) Локализация радиоактивных отходов (Контрольная работа)

II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

КМ-1. Обращение с отработавшим ядерным топливом

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: Контрольная работа по билетам.

Время на ответ - 45 мин.

Краткое содержание задания:

Ответить на вопрос билета.

Контрольные вопросы/задания:

Знать: принципы обращения с отработавшим ядерным топливом на современной АЭС	1. В чем состоит методика обращения с ОЯТ для различных типов энергоблоков АЭС России? 2. В чем состоит методика обращения с перерабатываемым ОЯТ АЭС России? 3. В чем состоит методика обращения с хранящимся ОЯТ АЭС России? 4. Каковы особенности временного хранения отработавших ТВС? 5. Опишите процесс транспортировки ОЯТ. 6. Что такое упаковочный комплект и как подразделяются упаковки для ОЯТ? 7. Как осуществляется длительное хранение ОЯТ реакторов различных типов? 8. Что означают «открытый» и «закрытый» топливные циклы? 9. Опишите переработку ОЯТ для уран-плутониевого топливного цикла. 10. В чем заключается пьюрекс-процесс переработки ОЯТ? 11. Опишите внешний топливный цикл реактора на быстрых нейтронах. 12. Опишите схему водного метода регенерации ОЯТ без разделения урана и плутония. 13. В чем состоит процесс электрохимической регенерации ОЯТ в расплавленных солях? 14. Опишите отжиговую технологию переработки ОЯТ. 15. Каковы принципы обращения с РАО от переработки ОЯТ? 16. Каково назначение трансмутации РАО? Какие радионуклиды желательно трансмутировать?
---	---

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

КМ-2. Газообразные и жидкие радиоактивные отходы

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: Контрольная работа по билетам.

Время на ответ - 45 мин.

Краткое содержание задания:

Ответить на вопросы билета

Контрольные вопросы/задания:

Знать: схемы переработки жидких и газообразных радиоактивных отходов на современной АЭС	1. Назовите наиболее значимые газообразные радиоактивные отходы. 2. Опишите схему газовых сдувок реакторного отделения. 3. Опишите схему системы газоочистки. 4. Каковы источники ЖРО? 5. Какие виды вод АЭС подлежат переработке? Каковы характеристики этих вод? 6. Каковы основные загрязнители воды бассейна выдержки ОЯТ? 7. Каковы характеристики дезактивационных веш? 8. Назовите усредненные характеристики фильтрата и деконтата хранилища ЖРО. 9. Каким образом подразделяется по активности теплоноситель первого контура? 10. Что такое наведенная активность теплоносителя? 11. Как рассчитать активность теплоносителя первого контура для случая стационарной работы реактора? 12. Как оценить кислородную активность теплоносителя? 13. Как выполняется расчет осколочной составляющей активности теплоносителя? 14. Как выполняется расчет коррозионной составляющей активности теплоносителя?
---	--

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто, выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

КМ-3. Твердые радиоактивные отходы

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: Контрольная работа по билетам.
Время на ответ - 45 мин.

Краткое содержание задания:

Ответить на вопросы билета.

Контрольные вопросы/задания:

Знать: схемы переработки твёрдых радиоактивных отходов на современной АЭС	1.Как классифицируются твердые радиоактивные отходы. 2.Какова схема обращения с твердыми радиоактивными отходами? 3.Как выполняется дезактивация ТРО и оборудования реакторов на тепловых нейтронах? 4.В чем состоят химические методы дезактивации ТРО? 5.В чем состоит специфика дезактивации металлических радиоактивных отходов? 6.Как оценивается эффективность дезактивации? 7.Каковы способы дезактивации ТРО? 8.В чем состоят методы погружной, пенной и сорбционной дезактивации ТРО? 9.Опишите метод электрохимической дезактивации. 10.Как выполняется дезактивация ТРО и оборудования энергоблоков с реакторами на быстрых нейтронах? 11.Опишите метод дезактивации контуров с натриевым теплоносителем. 12.Опишите методы временного хранения ТРО. 13.Каковы методы временного хранения
---	--

	отработавшего ядерного топлива? 14.Опишите метод сжигания ТРО. 15.Опишите метод плавления металлических радиоактивных отходов. 16.Опишите методы контейнеризации и транспортировки РАО, назовите модификации контейнеров. 17.В чем состоит специфика обращения с металлическими радиоактивными отходами? 18.Опишите, в чем состоят особенности глубокой дезактивации металлических радиоактивных отходов? 19.Опишите методы DECONA. 20.Какова схема радиационного контроля металлических радиоактивных отходов? 21.В чем состоит специфика хранения металлических радиоактивных отходов? 22.Опишите способ изготовления реакторного графита и его основные характеристики. 23.Каковы источники загрязнения реакторного графита? 24.Каковы методы дезактивации реакторного графита? 25.В чем состоит метод консервации реакторного графита? 26.Опишите методы высокотемпературного синтеза как метода переработки реакторного графита.
--	---

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

КМ-4. Локализация радиоактивных отходов

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: Контрольная работа по билетам.
Время на ответ - 45 мин.

Краткое содержание задания:

Ответить на вопросы билета.

Контрольные вопросы/задания:

Знать: технологии окончательной локализации РАО	1. В чем состоит принцип радиационно-эквивалентного захоронения РАО? 2. Каковы общие критерии, которые необходимо соблюдать при организации захоронения РАО? 3. Назовите сравнительные характеристики геологических пород, пригодных для захоронения РАО. 4. Каковы положительные факторы метода глубинного захоронения ЖРО? 5. В чем состоят условия обеспечения безопасности глубинного захоронения ЖРО? 6. Какие факторы опасности сопутствуют сбросу ЖРО в открытые водоемы? 7. Каков метод вывода из эксплуатации открытых водоемов — хранилищ ЖРО? 8. Каковы требования безопасности для приповерхностного захоронения РАО? 9. Опишите метод возможного глубинного захоронения кондиционированных РАО. 10. Как может выполняться глубинное захоронение отработавшего ядерного топлива? 11. В чем состоит обоснование надежности захоронения РАО. 12. Почему рассматриваются альтернативные методы локализации РАО? 13. Опишите методы захоронения РАО с помощью лавинной седиментации. Проанализируйте достоинства и недостатки метода. 14. В чем состоят достоинства и недостатки дезинтеграции РАО подземным ядерным взрывом? 15. Проанализируйте метод космической изоляции РАО. 16. Опишите метод самозахоронения высокоактивных РАО?
Уметь: принимать обоснованные решения о применении технологий хранения и захоронения РАО	1. Опишите принцип возможного аналитического подхода к выбору площадки захоронения РАО. 2. В чем состоят принципы и каковы факторы, положенные в основу принятия решения о выборе площадки захоронения РАО? 3. Перечислите и проанализируйте уровни защиты, сопутствующие глубинному захоронению ЖРО. 4. Какова конструкция хранилища-могильника для низко- и среднеактивных РАО?

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

3 семестр

Форма промежуточной аттестации: Зачет

Пример билета

НИУ МЭИ	БИЛЕТ №	Утверждаю: Зав. кафедрой
	Кафедра Атомных электростанций	20 г.
		Дисциплина: Обращение с РАО и ОЯТ Институт: Тепловой и атомной энергетики
1. Особенности временного хранения отработавших ТВС. 2. Кислородная активность теплоносителя и ее расчётная оценка.		

Процедура проведения

Устно по билетам. Время на подготовку и ответ - 30 мин.

1. Перечень компетенций/индикаторов и контрольных вопросов проверки результатов освоения дисциплины

1. Компетенция/Индикатор: ИД-4_{ПК-1} Знает принципы обеспечения безопасности атомных электростанций на всех стадиях их жизненного цикла

Вопросы, задания

1. Основные этапы обращения с РАО АЭС.
2. Категории классификации ЖРО.
3. Принципы классификации отработавшего ядерного топлива.
4. Нарботка ЖРО для различных типов реакторов АЭС России.
5. Отжиговая технология переработки ОЯТ.
6. Методика обращения с хранящимся ОЯТ АЭС России.
7. Временное хранение отработавших ТВС.
8. Упаковочный комплект. Подразделение упаковок для ОЯТ.
9. «Открытый» и «закрытый» топливные циклы.
10. Особенности временного хранения отработавших ТВС.
11. Длительное хранение ОЯТ реакторов различных типов.
12. Переработка ОЯТ для уран-плутониевого топливного цикла.
13. Особенности пьюрекс-процесса переработки ОЯТ.
14. Отжиговая технология переработки ОЯТ.
15. Трансмутация РАО. Какие радионуклиды желательно трансмутировать?
16. Наведенная активность теплоносителя и ее расчётная оценка.

17. Кислородная активность теплоносителя и ее расчётная оценка.
18. Внешний топливный цикл реактора на быстрых нейтронах.
19. Схема водного метода регенерации ОЯТ без разделения урана и плутония.
20. Принципы обращения с РАО от переработки ОЯТ.
21. Процесс электрохимической регенерации ОЯТ в расплавленных солях.
22. Источники ЖРО на современной АЭС.
23. Характеристики дезактивационных вод для современного энергоблока АЭС.
24. Особенности процесса процесс транспортировки ОЯТ.
25. Расчет осколочной составляющей активности теплоносителя.
26. Основные загрязнители воды бассейна выдержки ОЯТ.
27. Дезактивация ТРО и оборудования реакторов на тепловых нейтронах.
28. Схема обращения с твердыми радиоактивными отходами.
29. Усредненные характеристики фильтрата и деконтата хранилища ЖРО.
30. Расчет активности теплоносителя первого контура реактора ВВЭР.
31. Схема обращения с твердыми радиоактивными отходами.
32. Специфика дезактивации металлических радиоактивных отходов.
33. Способы дезактивации ТРО.
34. Метод электрохимической дезактивации.
35. Дезактивация оборудования энергоблоков с реакторами на быстрых нейтронах.
36. Погружная, пенная и сорбционная дезактивации ТРО.
37. Дезактивация контуров с натриевым теплоносителем.
38. Временное хранение отработавшего ядерного топлива.
39. Принцип радиационно-эквивалентного захоронения РАО.
40. Выбор площадки захоронения РАО.
41. Метод глубинного захоронения ЖРО.
42. Принцип аналитического подхода к выбору площадки захоронения РАО.
43. Обоснование надежности захоронения РАО.
44. Захоронения РАО с помощью лавинной седиментации.
45. Какие виды РАО будут преобладать при выводе энергоблоков из эксплуатации?

Материалы для проверки остаточных знаний

1. На сколько групп по активности делятся твердые радиоактивные отходы?

Ответы:

- а) 2
- б) 3
- в) 4
- г) 5

Верный ответ: б) 3 (низкоактивные, среднеактивные, высокоактивные)

2. На сколько групп делятся примеси в жидких радиоактивных отходах?

Ответы:

- а) 2
- б) 3
- в) 4
- г) 5

Верный ответ: в) 4 (нерастворимые, в коллоидном состоянии, молекулярно-растворимые соединения, электролиты)

3. Что используют для удаления нерастворимых примесей в жидких радиоактивных отходах?

Ответы:

- а) физико-химические процессы, основанные на адгезии, коагуляции и флотации
- б) соосаждение с коагулянт, обратный осмос

в) дегазация и абсорбция на высокоразвитой поверхности некоторых твердых материалов

Верный ответ: а) физико-химические процессы, основанные на адгезии, коагуляции и флотации

4. Что используют для удаления примесей в коллоидном состоянии в жидких радиоактивных отходах?

Ответы:

- а) физико-химические процессы, основанные на адгезии, коагуляции и флотации
- б) соосаждение с коагулянтom, обратный осмос
- в) дегазация и абсорбция на высокоразвитой поверхности некоторых твердых материалов

Верный ответ: б) соосаждение с коагулянтom, обратный осмос

5. Что используют для удаления примесей в виде молекулярно-растворимых соединений в жидких радиоактивных отходах?

Ответы:

- а) физико-химические процессы, основанные на адгезии, коагуляции и флотации
- б) соосаждение с коагулянтom, обратный осмос
- в) дегазация и абсорбция на высокоразвитой поверхности некоторых твердых материалов

Верный ответ: в) дегазация и абсорбция на высокоразвитой поверхности некоторых твердых материалов

6. Какие из перечисленных систем специальной водоочистки относятся к реакторному отделению?

Ответы:

- а) СВО-1
- б) СВО-2
- в) СВО-3
- г) СВО-4
- д) СВО-5
- е) СВО-6
- ж) СВО-7

Верный ответ: а) СВО-1 б) СВО-2

7. Какие из перечисленных систем специальной водоочистки относятся к установкам спецкорпуса?

Ответы:

- а) СВО-1
- б) СВО-2
- в) СВО-3
- г) СВО-4
- д) СВО-5
- е) СВО-6
- ж) СВО-7

Верный ответ: в) СВО-3 г) СВО-4 д) СВО-5 е) СВО-6 ж) СВО-7

8. Какая из перечисленных систем специальной водоочистки предназначена для очистки воды бассейна выдержки?

Ответы:

- а) СВО-1
- б) СВО-2
- в) СВО-3
- г) СВО-4
- д) СВО-5
- е) СВО-6

ж) СВО-7

Верный ответ: г) СВО-4

9.Какая из перечисленных систем специальной водоочистки предназначена для очистки продувочной и дренажной воды парогенераторов?

Ответы:

а) СВО-1

б) СВО-2

в) СВО-3

г) СВО-4

д) СВО-5

е) СВО-6

ж) СВО-7

Верный ответ: д) СВО-5

10.Какая из перечисленных систем специальной водоочистки предназначена для очистки воды спецпрачечных?

Ответы:

а) СВО-1

б) СВО-2

в) СВО-3

г) СВО-4

д) СВО-5

е) СВО-6

ж) СВО-7

Верный ответ: ж) СВО-7

II. Описание шкалы оценивания

Оценка: зачтено

Описание характеристики выполнения знания: Ответы верны или с несущественными недостатками

Оценка: не зачтено

Описание характеристики выполнения знания: Ответы преимущественно неправильные

III. Правила выставления итоговой оценки по курсу

Результат зачтено/незачтено определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ».