

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

Направление подготовки/специальность: 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Наименование образовательной программы: Технология воды и топлива на ТЭС и АЭС

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная

**Оценочные материалы
по дисциплине
Спецводоочистка на АЭС**

**Москва
2023**

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Разработчик

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Верховский А.Е.
	Идентификатор	R96487a0a-VerkhovskyAY-2edec1f

А.Е.
Верховский

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной
программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Шацких Ю.В.
	Идентификатор	R6ca75b8e-ShatskikhYV-f045f12f

Ю.В.
Шацких

Заведующий
выпускающей кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Шацких Ю.В.
	Идентификатор	R6ca75b8e-ShatskikhYV-f045f12f

Ю.В.
Шацких

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-3 Способен участвовать в организации химического контроля качества воды и поддержании требуемого химического режима на объектах энергетики

ИД-1 Владеет методами оценки состояния поверхностей нагрева и трубопроводов,

знает современные способы антикоррозионной защиты оборудования и трубопроводов

ИД-3 Знает устройство и принцип работы оборудования водоподготовки и водоочистки на объектах энергетики

и включает:

для текущего контроля успеваемости:

Форма реализации: Письменная работа

1. Иониты применяемые для очистки радиоактивных вод. Ионообменные технологии, ионообменные фильтры. Фильтры смешанного действия, регенераторы и ловушки. Вспомогательные устройства ионообменных установок. Эксплуатация и расчет установок с ионитными фильтрами. (Контрольная работа)

2. Классификация спецводоочисток. Структура установок спецводоочистки. Системы очистки малосолевых вод на АЭС с реактором РБМК. Ионообменные технологии спецводоочисток на АЭС с реакторами ВВЭР. Спецводоочистка на ядерных энергетических установках типа плавучей атомной тепловой электростанции «Академик Ломоносов» (Контрольная работа)

3. Осветление радиоактивных вод при коагуляции. Дозирование и расчет дозы реагентов при коагуляции радиоактивных вод. Осветление радиоактивных вод фильтрованием. Насыпные механические фильтры. Монтаж, эксплуатация и расчет насыпных механических фильтров. 1.Определение метода коагуляции радиоактивных вод (Контрольная работа)

4. Основные источники жидких, твердых и газообразных радиоактивных отходов на АЭС. Протечки радиоактивных вод и способы их сбора. Дезактивационные стоки. Контурные и технологические воды на АЭС с реактором типа ВВЭР, РБМК и БН (Контрольная работа)

5. Технологические схемы спецводоочисток с выпарными аппаратами. Технологическая схема доочистки борного конденсата. Блочная конденсатоочистка. Очистка газообразных радиоактивных отходов (Контрольная работа)

БРС дисциплины

8 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %					
	Индекс КМ:	КМ- 1	КМ- 2	КМ- 3	КМ- 4	КМ- 5
	Срок КМ:	4	8	10	14	16

Радиационная безопасность на АЭС. Источники и состав радиоактивных отходов на АЭС					
Радиационная безопасность на АЭС. Источники и состав радиоактивных отходов на АЭС	+				
Методы очистки радиоактивных вод.					
Методы очистки радиоактивных вод.		+	+		
Схемы и установки спецводо- и газоочистки					
Схемы и установки спецводо- и газоочистки				+	+
Вес КМ:	15	10	40	20	15

\$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-3	ИД-1 _{ПК-3} Владеет методами оценки состояния поверхностей нагрева и трубопроводов, знает современные способы антикоррозионной защиты оборудования и трубопроводов	Знать: основные методы создания уравнений описывающих поведение примесей в теплоносителе технологических контуров АЭС для расчета параметров спецводоочисток различного назначения для инженерных приложений основные источники получения информации о физико-химических свойствах теплоносителя технологических контуров АЭС	Основные источники жидких, твердых и газообразных радиоактивных отходов на АЭС. Протечки радиоактивных вод и способы их сбора. Дезактивационные стоки. Контурные и технологические воды на АЭС с реактором типа ВВЭР, РБМК и БН (Контрольная работа) Осветление радиоактивных вод при коагуляции. Дозирование и расчет дозы реагентов при коагуляции радиоактивных вод. Осветление радиоактивных вод фильтрованием. Насыпные механические фильтры. Монтаж, эксплуатация и расчет насыпных механических фильтров. 1.Определение метода коагуляции радиоактивных вод (Контрольная работа)
ПК-3	ИД-3 _{ПК-3} Знает устройство и принцип работы оборудования водоподготовки и водоочистки на объектах энергетики	Знать: основные способы расчёта химических равновесий и расчёта физико-химических процессов протекающих на спецводоочистках технологических контуров	Иониты применяемые для очистки радиоактивных вод. Ионообменные технологии, ионообменные фильтры. Фильтры смешанного действия, регенераторы и ловушки. Вспомогательные устройства ионообменных установок. Эксплуатация и расчет установок с ионитными фильтрами. (Контрольная работа) Технологические схемы спецводоочисток с выпарными аппаратами. Технологическая схема доочистки борного конденсата. Блочная конденсатоочистка. Очистка газообразных радиоактивных отходов

		АЭС способы очистки радиоактивных вод технологических контуров АЭС методы прогнозирования количественных характеристик процессов, протекающих в конкретных системах и узлах спецводоочисток на основе существующих методик	(Контрольная работа) Классификация спецводоочисток. Структура установок спецводоочистки. Системы очистки малосолевых вод на АЭС с реактором РБМК. Ионообменные технологии спецводоочисток на АЭС с реакторами ВВЭР. Спецводоочистка на ядерных энергетических установках типа плавучей атомной тепловой электростанции «Академик Ломоносов» (Контрольная работа)
--	--	---	--

II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

КМ-1. Основные источники жидких, твердых и газообразных радиоактивных отходов на АЭС. Протечки радиоактивных вод и способы их сбора. Дезактивационные стоки. Контурные и технологические воды на АЭС с реактором типа ВВЭР, РБМК и БН

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 15

Процедура проведения контрольного мероприятия: Студенты приходят в аудиторию. Получает билет с контрольными вопросами. В течении 45 минут студенты обязаны отвечают на полученные вопросы. По факту ответа на контрольные вопросы студенты сдают билеты преподавателю на проверку

Краткое содержание задания:

Концентрация взвешенных веществ менее 100 мг/л, окисляемость менее 15 мг/л
концентрация железа 5 мг/л. Составить и описать схему ВПУ для подпитки первого контура АЭС с ВВЭР-440.

Контрольные вопросы/задания:

Знать: основные источники получения информации о физико-химических свойствах теплоносителя технологических контуров АЭС	1. Основные источники жидких, радиоактивных отходов 2. Протечки радиоактивных вод и способы их сбора 3. Контурные и технологические воды на АЭС с реактором типа ВВЭР
---	---

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 "не зачтено" выставляется если задание не выполнено в отведенный срок или результат не соответствует заданию

КМ-2. Осветление радиоактивных вод при коагуляции. Дозирование и расчет дозы реагентов при коагуляции радиоактивных вод. Осветление радиоактивных вод фильтрованием. Насыпные механические фильтры. Монтаж, эксплуатация и расчет насыпных механических фильтров. 1.Определение метода коагуляции радиоактивных вод

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 10

Процедура проведения контрольного мероприятия: Студенты приходят в аудиторию.Получает билет с контрольными вопросами.В течении 45 минут студенты обязаны отвечают на полученные вопросы.По факту ответа на контрольные вопросы студенты сдают билеты преподавателю на проверку

Краткое содержание задания:

Концентрация взвешенных веществ менее 100мг/л, окисляемость менее 15 мг/л
концентрация железа 5 мг/л. Составить и описать схему ВПУ для подпитки второго контура АЭС с ВВЭР - 1000

Контрольные вопросы/задания:

Знать: основные методы создания уравнений описывающих поведение примесей в теплоносителе технологических контуров АЭС для расчета параметров спецводоочисток различного назначения для инженерных приложений	1.Определение метода коагуляции радиоактивных вод 2.Коагулянты используемые при коагуляции радиоактивных вод 3.Схемы дозирования коагулянтов
--	--

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. Иониты применяемые для очистки радиоактивных вод. Ионообменные технологии, ионообменные фильтры. Фильтры смешанного действия, регенераторы и ловушки. Вспомогательные устройства ионообменных установок. Эксплуатация и расчет установок с ионитными фильтрами.

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 40

Процедура проведения контрольного мероприятия: Студенты приходят в аудиторию. Получает билет с контрольными вопросами. В течении 45 минут студенты обязаны отвечают на полученные вопросы. По факту ответа на контрольные вопросы студенты сдают билеты преподавателю на проверку

Краткое содержание задания:

Концентрация взвешенных веществ более 100 мг/л, окисляемость более 15 мг/л Жк более 2 мг-экв/л концентрация железа 0,15 мг/л. Составить и описать схему ВПУ для подпитки АЭС с РБМК-1000 МПа

Контрольные вопросы/задания:

Знать: методы прогнозирования количественных характеристик процессов, протекающих в конкретных системах и узлах спецводоочисток на основе существующих методик	1. Определения понятия ионирования воды 2. Характеристики ионитов 3. Анионирование воды
--	---

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. Технологические схемы спецводоочисток с выпарными аппаратами. Технологическая схема доочистки борного конденсата. Блочная конденсатоочистка. Очистка газообразных радиоактивных отходов

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 20

Процедура проведения контрольного мероприятия: Студенты приходят в аудиторию.Получает билет с контрольными вопросами.В течении 45 минут студенты обязаны отвечают на полученные вопросы.По факту ответа на контрольные вопросы студенты сдают билеты преподавателю на проверку

Краткое содержание задания:

Концентрация взвешенных веществ более 100мг/л, окисляемость более 15 мг/л Жк более 2 мг-экв/л концентрация железа 15 мг/л. Составить и описать схему ВПУ для второго контура АЭС с ВВЭР - 1000.

Контрольные вопросы/задания:

Знать: основные способы расчёта химических равновесий и расчёта физико-химических процессов протекающих на спецводоочистках технологических контуров АЭС	1.Расчет дозы едкого калия для нейтрализации борной кислоты 2.Расчет дозы едкого калия для нейтрализации борной кислоты 3.Роль аммиака в первом контуре АЭС 4.Очистка турбинного конденсата
--	--

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-5. Классификация спецводоочисток. Структура установок спецводоочистки. Системы очистки малосолевых вод на АЭС с реактором РБМК. Ионообменные технологии спецводоочисток на АЭС с реакторами ВВЭР. Спецводоочистка на ядерных энергетических установках типа плавучей атомной тепловой электростанции «Академик Ломоносов»

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 15

Процедура проведения контрольного мероприятия: Студенты приходят в аудиторию.Получает билет с контрольными вопросами.В течении 45 минут студенты обязаны отвечают на полученные вопросы.По факту ответа на контрольные вопросы студенты сдают билеты преподавателю на проверку

Краткое содержание задания:

Концентрация взвешенных веществ более 100мг/л, окисляемость более 15 мг/л, Жк более 2 мг-экв/л, концентрация железа 1,5 мг/л. Составить и описать схему ВПУ для подпитки превого контура АЭС с ВВЭР - 1000.

Контрольные вопросы/задания:

Знать: способы очистки радиоактивных вод технологических контуров АЭС	1. Организация ВХР на АЭС с РБМК 2. Организация ВХР первого контура на АЭС с ВВЭР 3. Организация ВХР первого контура ПАТЭС
---	--

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

8 семестр

Форма промежуточной аттестации: Зачет с оценкой

Пример билета

1. Характеристики ионитов. Составить технологическую схему СВО 2.
2. Описать физико-химические процессы протекающие во время ее работы.

Процедура проведения

Письменный ответ на поставленный вопрос. Ответ должен содержать основные понятия о протекании процессов в системах обеспечения очистки радиоактивных вод и организации ВХР первого контура АЭС различных типов.

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

1. Компетенция/Индикатор: ИД-1_{ПК-3} Владеет методами оценки состояния поверхностей нагрева и трубопроводов, знает современные способы антикоррозионной защиты оборудования и трубопроводов

Вопросы, задания

1. Характеристики ионитов.
2. Типы ионитов применяемых при очистке радиоактивных вод
3. Ионообменные технологии
4. Типы анионитов применяемых при обработке радиоактивных вод
5. Монтаж, эксплуатация и расчет насыпных механических фильтров.
6. Организация ВХР первого контура ПАТЭС

Материалы для проверки остаточных знаний

1. Процесс декарбонизации

Ответы:

- а) процесс удаления из воды углекислоты.
- б) процесс удаления из воды кислорода.
- с) процесс удаления из воды неконденсирующихся газов.

Верный ответ: а

2. Принцип работы фильтра смешанного действия (ФСД).

Ответы:

- А) Принцип работы ФСД основан на удалении из воды катионов.
- Б) Принцип работы ФСД основан на одновременном удалении из воды катионов и анионов.
- С) Принцип работы ФСД основан на удалении анионов.

Верный ответ: б

3. Определение процесса регенерации ионообменных смол.

Ответы:

- а) процесс отмывки ионообменных материалов.
- б) процесс перегрузки ионообменных материалов.
- с) процесс восстановления обменной емкости ионообменных материалов.

Верный ответ: с

4.Предназначение СВО – 1.

Ответы:

- а) СВО – 1 предназначена для удаления из первого контура АЭС с ВВЭР продуктов коррозии конструкционных материалов и взвешенных частиц.
- б) СВО – 1 предназначена для охлаждения теплоносителя первого контура АЭС с ВВЭР.
- с) СВО – 1 предназначена для удаления из первого контура АЭС с ВВЭР растворенных примесей.

Верный ответ: а

5.Предназначение СВО – 2.

Ответы:

- а) СВО – 2 предназначена для удаления из теплоносителя первого контура продуктов коррозии конструкционных материалов и взвешенных частиц.
- б) СВО – 2 предназначена для удаления из теплоносителя первого контура растворимых примесей.
- в) СВО – 2 предназначена для охлаждения теплоносителя первого контура АЭС с ВВЭР.

Верный ответ: б

2. Компетенция/Индикатор: ИД-ЗПК-3 Знает устройство и принцип работы оборудования водоподготовки и водоочистки на объектах энергетики

Вопросы, задания

- 1. Принципиальная схема СВО 2
- 2. Принципиальная схема СВО 4
- 3. Принципиальная схема СВО 5
- 4. Организация ВХР первого контура на АЭС ММ

Материалы для проверки остаточных знаний

1. Коагуляция это:

Ответы:

- а) физико-химический процесс укрупнения взвешенных и грубодисперсных частиц под действием сил взаимного притяжения.
- б) физико-химический процесс.
- в) процесс осаждения частиц.

Верный ответ: а

2. Процесс осаждения это.

Ответы:

- а) процесс очистки воды
- б) процесс очистки воды от грубодисперсных и взвешенных частиц под действием сил тяжести.
- в) процесс очистки воды от грубодисперсных и взвешенных частиц

Верный ответ: б

3. Процесс ионной очистки воды.

Ответы:

- а) процесс удаления из воды растворенных ионов.
- б) процесс очистки воды.
- в) процесс удаления из воды растворенных ионов при помощи ионообменных материалов.

Верный ответ: в

4. Формы выпуска катионитов

Ответы:

- а) Катиониты существуют в Н-форме, Na –форме и NH₄ – форме.

б) Катиониты существуют в Н-форме, Na –форме и NH_4 – форме. Катиониты подразделяются на сильноокислые и слабоокислые.

в) Катиониты подразделяются на сильноокислые и слабоокислые.

Верный ответ: б

5. Типы анионитов.

Ответы:

а) Катиониты выпускаются только в ОН – форме.

б) Катиониты подразделяются на высокоосновные, которые удаляют из воды анионы слабых и сильных кислот и низкоосновный, который удаляет из воды только анионы сильных кислот.

с) Катиониты выпускаются только в ОН – форме. Катиониты подразделяются на высокоосновные, которые удаляют из воды анионы слабых и сильных кислот и низкоосновный, который удаляет из воды только анионы сильных кислот.

Верный ответ: с

II. Описание шкалы оценивания

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Ответ дан полностью, есть незначительные пометки и исправления

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

Описание характеристики выполнения знания: В основном ответ дан полностью. Есть незначительные ошибки не влияющие на суть излагаемого вопроса.

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 55

Описание характеристики выполнения знания: В целом ответ дан полностью. Есть ошибки, которые принципиально не влияют на смысл ответа.

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Ответ дан не правильно. Допущенные ошибки не отражают суть поставленного вопроса.

III. Правила выставления итоговой оценки по курсу

Заключительная оценка выставляется, как средняя арифметическая за контрольные мероприятия.