

**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  
2021**

## ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Преподаватель  
(должность)

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

(подпись)

А.Е.  
Верховский  
(расшифровка  
подписи)

## СОГЛАСОВАНО:

Руководитель  
образовательной  
программы

(должность, ученая степень, ученое  
звание)

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

(подпись)

Ю.В.  
Шацких  
(расшифровка  
подписи)

Заведующий  
выпускающей кафедры

(должность, ученая степень, ученое  
звание)

|  |  |                            |
|--|--|----------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» |                            |
|  | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ                       |                            |
|  | Владелец   | Орлов К.А.                 |
|  | Идентификатор                                      | R24178de8-OrlovKA-0ab64072 |

(подпись)

К.А. Орлов  
(расшифровка  
подписи)

## 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 <sub>ПК-3</sub><br>Владеет методами оценки состояния поверхностей нагрева и трубопроводов, знает современные способы антикоррозионной защиты оборудования и трубопроводов | Знать:<br>основные методы создания уравнений описывающих поведение примесей в теплоносителе технологических контуров АЭС для расчета параметров спецводоочисток различного назначения для инженерных приложений<br>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)<br>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.<br>1.Определение метода коагуляции радиоактивных вод (Контрольная работа) |
| ПК-3               | ИД-3 <sub>ПК-3</sub><br>Знает устройство и принцип работы оборудования водоподготовки и водоочистки на объектах энергетики   | Знать:<br>методы прогнозирования количественных характеристик процессов, протекающих в конкретных системах и узлах спецводоочисток на основе существующих   | 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)<br>Технологические схемы спецводоочисток с выпарными аппаратами. Технологическая схема доочистки борного конденсата. Блочная конденсатоочистка. Очистка газообразных радиоактивных отходов   |

|  |  |  |   |
|--|--|--|---|
|  |  | <p>методик<br/>основные способы расчёта<br/>химических равновесий и<br/>расчёта физико-<br/>химических процессов<br/>протекающих на<br/>спецводоочистках<br/>технологических контуров<br/>АЭС<br/>способы очистки<br/>радиоактивных вод<br/>технологических контуров<br/>АЭС</p> | <p>(Контрольная работа)<br/>Классификация спецводоочисток. Структура установок<br/>спецводоочистки. Системы очистки малосолевых вод на АЭС с<br/>реактором РБМК. Ионообменные технологии спецводоочисток на<br/>АЭС с реакторами ВВЭР. Спецводоочистка на ядерных<br/>энергетических установках типа плавучей атомной тепловой<br/>электростанции «Академик Ломоносов» (Контрольная работа)</p> |
|--|--|--|---|

## **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<br>2. Протечки радиоактивных вод и способы их сбора<br>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

**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<br>2.Коагулянты используемые при коагуляции радиоактивных вод<br>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

**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 100мг/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<br>2.Характеристики ионитов<br>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*

**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<br>2.Расчет дозы едкого калия для нейтрализации борной кислоты<br>3.Роль аммиака в первом контуре АЭС<br>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

**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<br>2.Организация ВХР первого контура на АЭС с ВВЭР<br>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

# 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-1ПК-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-3ПК-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 NH<sub>4</sub> – форме.

б) Катиониты существуют в Н-форме, Na –форме и NH<sub>4</sub> – форме. Катиониты подразделяются на сильнокислые и слабокислые.

в) Катиониты подразделяются на сильнокислые и слабокислые.

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 низко основной, 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 низко основной, 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 задания:* Ответ дан полностью, есть незначительные поправки и исправления

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 75*

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

## **III. Правила выставления итоговой оценки по курсу**

Заключительная оценка выставляется, как средняя арифметическая за контрольные мероприятия.