

**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: Энергообеспечение предприятий. Высокотемпературные процессы и установки**

**Уровень образования: высшее образование - бакалавриат**

**Форма обучения: Очная**

**Оценочные материалы  
по дисциплине  
Основы водоподготовки**

**Москва  
2024**

## ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Разработчик

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Никитина И.С.
Идентификатор	Rb9efc6b6-NikitinaIS-0f331b90	

И.С.  
Никитина

## СОГЛАСОВАНО:

Руководитель  
образовательной  
программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Киндра В.О.
Идентификатор	R429f7b35-KindraVO-2c9422f7	

В.О.  
Киндра

Заведующий  
выпускающей кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Рогалев А.Н.
Идентификатор	Rb956ba44-RogalevAN-6233a28b	

А.Н.  
Рогалев

## 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 участвовать в проектировании и эксплуатации объектов теплоэнергетики и теплотехники

ИД-2 Принимает участие в разработке принципиальных схем и оборудования для объектов теплоэнергетики и теплотехники

и включает:

**для текущего контроля успеваемости:**

Форма реализации: Билеты (письменный опрос)

1. Методы обессоливания воды (Контрольная работа)
2. Методы предварительной очистки воды (Контрольная работа)
3. Технологические показатели качества воды (Контрольная работа)

Форма реализации: Смешанная форма

1. Расчет схемы подготовки добавочной воды для ТЭС. Защита лабораторных работ (Коллоквиум)

### БРС дисциплины

5 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %				
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
	Срок КМ:	4	8	12	16
Использование воды на ТЭС. Технологические показатели качества воды. Характеристика природных вод					
Введение. Использование воды на ТЭС	+				
Технологические показатели качества воды	+				
Типы и характеристики природных вод	+				
Предварительная очистка воды					
Предварительная очистка воды		+	+	+	
Обработка воды методом ионного обмена					
Обработка воды методом ионного обмена		+	+	+	

Мембранные методы очистки воды				
Мембранные методы очистки воды		+	+	+
Удаление из воды растворимых газов				
Удаление из воды растворимых газов			+	+
Экологические аспекты различных технологий обработки воды				
Экологические аспекты различных технологий обработки воды			+	+
Вес КМ:	20	20	20	40

\$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-2ПК-1 Принимает участие в разработке принципиальных схем и оборудования для объектов теплоэнергетики и теплотехники	<p>Знать:</p> <p>основные определения и закономерности, относящиеся к водоподготовке</p> <p>основные показатели, характеризующие качество воды и их изменение по ступеням обработки на установке подготовки добавочной воды</p> <p>основные процессы, технологии и виды оборудования, применяемые в водоподготовке, их области применения и назначение</p> <p> типовые схемы систем водоподготовки, их особенности, достоинства и недостатки</p> <p>Уметь:</p> <p>принимать конкретные технологические решения</p>	<p>Технологические показатели качества воды (Контрольная работа)</p> <p>Методы предварительной очистки воды (Контрольная работа)</p> <p>Методы обессоливания воды (Контрольная работа)</p> <p>Расчет схемы подготовки добавочной воды для ТЭС. Защита лабораторных работ (Коллоквиум)</p>

		при проектировании и эксплуатации установок подготовки добавочной воды на ТЭС	
--	--	---	--

## II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

### КМ-1. Технологические показатели качества воды

**Формы реализации:** Билеты (письменный опрос)

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 20

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Проводится по билетам в виде проведения расчетов и ответов на задания. Время на выполнение зачетного задания – 30 минут.

#### Краткое содержание задания:

Проверка знаний, основных определений, решения задач по темам "Использование воды на ТЭС", "Технологические показатели качества воды", "Характеристика природных вод"

#### Контрольные вопросы/задания:

Знать: основные определения и закономерности, относящиеся к водоподготовке	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Основные показатели качества воды, используемые для оценки ее качества</li><li>2. Что такое электропроводность воды? Чему равна электропроводность самой воды</li><li>3. Как изменяется щелочность воды в поверхностном источнике водоснабжения в паводковый период?</li><li>4. Укажите наиболее часто встречающиеся в природной воде ионы.</li><li>5. Дайте определение жесткости воды</li></ol>
--	--

#### 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. Методы предварительной очистки воды

**Формы реализации:** Билеты (письменный опрос)

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 20

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Проводится по билетам в виде проведения расчетов и ответов на задания. Время на выполнение зачетного задания – 30 минут.

**Краткое содержание задания:**

Проверка знаний, основных определений, решения задач по теме «Методы предварительной очистки воды»

**Контрольные вопросы/задания:**

Знать: основные процессы, технологии и виды оборудования, применяемые в водоподготовке, их области применения и назначение	1.Какие примеси обеспечивают основное содержание коллоидных примесей в природных водах? 2.С какой целью дозируют едкий натр для обеспечения процесса коагуляции? 3.Какие цели преследует реализация процесса коагуляции коллоидных примесей 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-3. Методы обессоливания воды**

**Формы реализации:** Билеты (письменный опрос)

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 20

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Проводится по билетам в виде проведения расчетов и ответов на задания. Время на выполнение зачетного задания – 30 минут.

**Краткое содержание задания:**

Проверка знаний, основных определений, решения задач по теме «Методы обессоливания воды»

**Контрольные вопросы/задания:**

Знать: основные процессы, технологии и виды	1.Укажите характеристики ионного обмена 2.Каким реагентом возможно производить
---	---

оборудования, применяемые в водоподготовке, их области применения и назначение	регенерацию катионита в Н-форме? 3. По какой причине нормируется содержание активного хлора в питательной воде УОО?
Знать: типовые схемы систем водоподготовки, их особенности, достоинства и недостатки	1. Виды мембранных технологий. Преимущества мембранных технологий 2. Основные характеристики ионообменных смол

#### 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. Расчет схемы подготовки добавочной воды для ТЭС. Защита лабораторных работ**

**Формы реализации:** Смешанная форма

**Тип контрольного мероприятия:** Коллоквиум

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 40

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Защита расчетного задания. Расчетное задание выполняется в форме домашнего задания, индивидуально по вариантам. Задаются параметры ТЭС : давление и температура острого пара, номинальная мощность энергоблока, количество энергоблоков. Место сооружения ТЭС (река). Требуется выполнить: 1. Расчет производительности водоподготовительной установки. 2. Расчет требуемого количества и определение типоразмеров оборудования предварительной очистки воды. 3. Расчет требуемого количества и определение типоразмеров ионообменного оборудования. 4. Определение объемов и состава сточных воды водоподготовительной установки. Минимальный объем расчетно-пояснительной записки – 15 стр. Защита лабораторных работ по курсу дисциплины: Предварительная обработка в осветлителе для коагуляции и известкования. Эксплуатация однокамерного осветлительного фильтра. Технологическая схема водоподготовительной установки. Оптимизация работы Н-катионитного фильтра. Оптимизация работы цепочки ионитных фильтров . Защита проводится устно, по вопросам.

#### **Краткое содержание задания:**

Лабораторная работа выполняется на компьютере с использованием программного обеспечения "TVT Labs". Студент должен предоставить отчет о проведения лабораторной работы с обязательным указанием цели, задач, технологической схемы использованного оборудования с пояснением, основное содержание работы, включающее расчеты, индивидуальное задание, если предусмотрено преподавателем.

**Контрольные вопросы/задания:**

<p>Знать: основные показатели, характеризующие качество воды и их изменение по ступеням обработки на установке подготовки добавочной воды</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Как следует поступить в случае некачественного взрыхления ионита фильтра?</li> <li>2. Указать в каких единицах выражается удельный расход реагента?</li> <li>3. Указать концентрацию регенерационного раствора щелочи ФСД.</li> <li>4. Что такое электропроводность воды? Чему равна электропроводность самой воды</li> </ol>
<p>Уметь: принимать конкретные технологические решения при проектировании и эксплуатации установок подготовки добавочной воды на ТЭС</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Определить параметры известково-коагулированной воды при гидратном режиме известкования с долей <math>Mg(OH)_2</math> в шламе 10%.</li> <li>2. Укажите какие условия необходимо обеспечить при коагуляции для реакции образования труднорастворимого гидроксида алюминия?</li> <li>3. Рассчитать расход регенерационного раствора кислоты, подаваемого на Н-катионитный фильтр 2 ступени, имеющий диаметр 3м.</li> <li>4. Анализ артезианской воды показал следующие результаты по ионам, мг/л:  <math>C_{Ca^{2+}} = 90,0</math>; <math>C_{Mg^{2+}} = 30,5</math>; <math>C_{HCO_3^-} = 323,0</math>  Определить общую жесткость, карбонатную, некарбонатную и общую щелочность воды.</li> <li>5. Чему равна продолжительность фильтроцикла натрий катионитового фильтра, снижающего жесткость с 2,5 до 0,5 мг-экв/л. Диаметр фильтра равен 2,0м<sup>2</sup>, высота слоя смолы в фильтре 2,0 м, рабочая емкость смолы составляет 800 мг-экв/ м<sup>3</sup></li> </ol>

**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*

# СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

## 5 семестр

**Форма промежуточной аттестации:** Зачет с оценкой

### Пример билета

1. Виды мембранных технологий. Преимущества мембранных технологий
2. Изменение показателей качества воды при известковании.
3. Задача  
Чему равна продолжительность фильтроцикла натрий-катионитового фильтра, снижающего жесткость с 2,5 до 0,5 мг-экв/дм<sup>3</sup>. Диаметр фильтра равен 2,0 м, высота слоя смолы в фильтре 2,0 м, рабочая емкость смолы составляет 800 мг-экв/ м<sup>3</sup>

### Процедура проведения

Проводится по билетам в виде проведения расчетов и ответов на задания. Время на выполнение зачетного задания – 30 минут.

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

**1. Компетенция/Индикатор:** ИД-2<sub>ПК-1</sub> Принимает участие в разработке принципиальных схем и оборудования для объектов теплоэнергетики и теплотехники

### Вопросы, задания

1. Основные показатели качества воды, используемые для оценки ее качества
2. Что такое электропроводность воды? Чему равна электропроводность самой воды
3. Коагуляция воды. Основное назначение процесса
4. Изменение показателей качества воды при известковании
5. Виды мембранных технологий. Преимущества мембранных технологий
6. Основные характеристики ионообменных смол
7. Устройство осветлителя и принцип его работы
8. Методы восстановления рабочей способности фильтров в схемах обессоливания
9. Принципиальная схема очистки воды в ионообменных фильтрах
10. Технология очистки воды методом Na-катионирования

### Материалы для проверки остаточных знаний

1. Для чего предназначен осветлительный фильтр?
  - 1) обессоливание воды
  - 2) удаление кремнекислоты
  - 3) удаление механических примесейОтветы:
  - 1) обессоливание воды 2) удаление кремнекислоты 3) удаление механических примесейВерный ответ: 3
2. Что называют жесткостью воды?  
Ответы:
  - 1) сумма концентраций находящихся в воде катионов кальция и магния 2) сумма концентраций находящихся в воде катионов натрия и калия 3) сумма концентраций находящихся в воде катионовВерный ответ: 1
3. Какие примеси присутствуют в природных водах?

Ответы:

1) минеральные 2) металлы 3) органические

Верный ответ: 1,3

4.Какие основные катионы и анионы присутствуют в природных водах

Ответы:

1)  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$  2) металлы, органические примеси, соединения кремния 3)  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{HCO}_3^-$

Верный ответ: 1

5.Какой фильтрующий материал используется на осветлительных фильтрах установки предварительной очистки воды?

Ответы:

1) дробленый антрацит 2) катионит 3) анионит

Верный ответ: 1

6.В каких единицах измеряется жесткость воды на энергетических объектах

Ответы:

1) мг/дм<sup>3</sup> 2) кг-экв/дм<sup>3</sup> 3) мг-экв/дм<sup>3</sup> 4) мкг-экв/дм<sup>3</sup> 5) моль/дм<sup>3</sup> 6) ммоль/дм<sup>3</sup> 7) °Ж

Верный ответ: 3,4,7

7.Укажите назначение подогрева воды перед подачей ее в осветлитель для коагуляции

Ответы:

1) частичное обеззараживание для улучшения процесса коагуляции 2) для перевода гидрокарбонатной щелочности в карбонатную и дальнейшего выпадения  $\text{CaCO}_3$  3) для повышения скорости реакций 4) для снижения вязкости воды и увеличения интенсивности броуновского движения 5) для повышения прозрачности воды

Верный ответ: 3

8.Как меняется значение pH при фильтровании в осветлительном фильтре?

Ответы:

1) уменьшается на 1–2 единицы 2) незначительно уменьшается 3) не изменяется 4) незначительно увеличивается 5) увеличивается на 2–3 единицы

Верный ответ: 3

9.Для удаления каких примесей предназначается ионный обмен?

Ответы:

1) примеси в ионной форме 2) ГДП 3) коллоидные примеси

Верный ответ: 1

10.Какой материал загружен в Н-катионитный фильтр 1-й ступени в схеме обессоливания?

Ответы:

1) АВ-17 2) А-847 3) АН-31 4) КУ-2-8

Верный ответ: 4

11.Назовите типичные стадии периодического процесса ионного обмена:

Ответы:

1) истощение и регенерация 2) истощение, регенерация, промывка 3) работа(истощение), взрыхление, регенерация, отмывка.

Верный ответ: 3

12.Для каких целей установлен декарбонизатор в схеме обессоливания?

Ответы:

1) удаление взвешенных частиц 2) удаление всех растворенных газов 3) является баком взрыхляющей воды для Н1 4) удаление свободной углекислоты 5) удаление растворенного карбона 6) для насыщения воды кислородом и азотом воздуха

Верный ответ: 4

13.Что следует делать при появлении выноса фильтрующего материала из фильтра при его работе

Ответы:

1) Отключить фильтр в ремонт 2) Снизить нагрузку фильтра

Верный ответ: 1

14. Укажите анионы, обуславливающие гидратную щелочность воды.

Ответы:

1) OH- 2) CO<sub>3</sub><sup>2-</sup> 3) HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>

Верный ответ: 1

15. Какие ионы удаляются на натрий- катионитовых фильтрах из воды?

Ответы:

1) хлориды, сульфаты 2) хлориды, сульфаты, нитраты, органические примеси 3) ионы железа, меди 4) ионы кальция и магния

Верный ответ: 4

## **II. Описание шкалы оценивания**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "5" выставляется студенту, который показал при ответе на вопросы билета и на дополнительные вопросы, что владеет материалом изученной дисциплины, свободно применяет свои знания для объяснения различных явлений и решения задач.

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "4" выставляется студенту, в основном правильно ответившему на вопросы экзаменационного билета и на дополнительные вопросы, но допустившему при этом не принципиальные ошибки.

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка «3» выставляется студенту, который в ответах на вопросы билета допустил существенные и даже грубые ошибки, но затем исправил их сам, либо наметил правильный путь его выполнения, либо по указанию преподавателя решил другую задачу из того же раздела дисциплины.

*Оценка: 2*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка «2» выставляется студенту, который не ответил на вопросы билета, при ответе на дополнительные вопросы обнаружил незнание большого раздела программы.

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

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и аттестационной составляющих.