

**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: Цифровизация в тепловой и возобновляемой энергетике**

**Уровень образования: высшее образование - бакалавриат**

**Форма обучения: Очная**

**Оценочные материалы  
по дисциплине  
Водоподготовка**

**Москва  
2024**

## ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Разработчик

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Большакова Н.А.
	Идентификатор	Re6946266-BolshakovaNA-3b257d8

Н.А.  
Большакова

## СОГЛАСОВАНО:

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:

- ПК-3 Способен участвовать в организации работы водоподготовительного оборудования
- ИД-1 Знает устройство и принцип работы оборудования водоподготовки и водоочистки на объектах энергетики
- ИД-2 Владеет современными методами проведения химического анализа, методиками расчета расходов материалов и реагентов

и включает:

**для текущего контроля успеваемости:**

Форма реализации: Защита задания

1. Проектирование водоподготовительной установки для ТЭС с энергоблоками СКП (Расчетно-графическая работа)

Форма реализации: Компьютерное задание

1. Использование воды на ТЭС. Концентрации примесей (Тестирование)
2. Мембранные методы очистки воды (Тестирование)
3. Обработка воды методами ионного обмена (Тестирование)
4. Предварительная очистка воды (коагуляция, флокуляция, известкование) (Тестирование)
5. Термические методы очистки воды. Обработка охлаждающей воды и подпиточной воды системы теплоснабжения (Тестирование)
6. Технологии очистки сточных вод (Тестирование)
7. Технология фильтрования воды (осветление) (Тестирование)

## БРС дисциплины

5 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %								
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5	КМ-6	КМ-7	КМ-8
	Срок КМ:	4	6	8	10	12	14	15	16
Тепловые схемы энергоблоков ТЭС. Использование воды на ТЭС									
Использование воды на ТЭС	+								+
Типы и характеристики природных вод	+								+
Технологические показатели качества воды	+								+
Предварительная очистка воды									

Предварительная очистка воды методами коагуляции и осаждения		+	+	+	+			
Предварительная очистка воды методом известкования		+	+	+	+			
Осветление воды методами фильтрования		+	+	+	+			
Обработка воды методами ионного обмена								
Ионообменный процесс		+	+	+	+			
Обработка воды методом ионного обмена		+	+	+	+			
Технологические схемы ионитных установок		+	+	+	+			
Мембранные методы очистки воды								
Технология мембранного обессоливания		+	+	+	+			
Типы мембранных процессов		+	+	+	+			
Мембранные установки		+	+	+	+			
Термические методы подготовки воды								
Термический способ обессоливания						+	+	
Удаление из воды растворенных газов						+	+	
Обработка охлаждающей воды на ТЭС								
Обработка охлаждающей воды на ТЭС						+	+	
Обработка воды в системах теплоснабжения								
Обработка воды в системах теплоснабжения						+	+	
Очистка сточных вод электростанций								
Сточные воды ТЭС и АЭС						+	+	
Экологические аспекты различных технологий обработки воды						+	+	
Проектирование водоподготовительной установки для ТЭС с энергоблоками СКП								
Расчет при проектировании водоподготовительной установки на ТЭС	+							+
Вес КМ:	10	15	10	15	10	10	10	20

§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> Знает устройство и принцип работы оборудования водоподготовки и водоочистки на объектах энергетики	Знать: основные физико-химические процессы подготовки добавочной воды на ТЭС и АЭС основные определения, закономерности, технологии и виды оборудования, применяемые в водоподготовке на энергетических объектах Уметь: принимать конкретные технологические решения при проектировании и эксплуатации установок подготовки добавочной воды на ТЭС и АЭС	Использование воды на ТЭС. Концентрации примесей (Тестирование) Термические методы очистки воды. Обработка охлаждающей воды и подпиточной воды системы теплоснабжения (Тестирование) Технологии очистки сточных вод (Тестирование) Проектирование водоподготовительной установки для ТЭС с энергоблоками СКП (Расчетно-графическая работа)
ПК-3	ИД-2 <sub>ПК-3</sub> Владеет современными методами проведения химического анализа, методиками расчета расходов материалов и реагентов	Знать: основные показатели, характеризующие качество воды и их изменение по ступеням обработки при подготовке добавочной	Предварительная очистка воды (коагуляция, флокуляция, известкование) (Тестирование) Технология фильтрования воды (осветление) (Тестирование) Обработка воды методами ионного обмена (Тестирование) Мембранные методы очистки воды (Тестирование)

		ВОДЫ	
--	--	------	--

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

### КМ-1. Использование воды на ТЭС. Концентрации примесей

**Формы реализации:** Компьютерное задание

**Тип контрольного мероприятия:** Тестирование

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 10

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Выполнить тест

#### Краткое содержание задания:

Пересчета из одной концентрации в другую, приготовление раствора реагента заданной концентрации, общие основы выражения концентраций, расчет производительности ВПУ

#### Контрольные вопросы/задания:

Знать: основные физико-химические процессы подготовки добавочной воды на ТЭС и АЭС	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Пересчет концентраций примесей в воде: в зависимости от процентной концентрации. Исходные данные: растворенное вещество, плотность водного раствора, кг/м<sup>3</sup>, процентная концентрация, %. Рассчитать и ввести значения концентрации примеси в других единицах: г/дм<sup>3</sup>, моль/дм<sup>3</sup>, н.</li><li>2. Объем бака-мерника V, м<sup>3</sup>. В баке-мернике растворяют вещество. Требуемая процентная концентрация w, %. Плотность водного раствора, кг/м<sup>3</sup>. Рассчитать и ввести значения объема воды (м<sup>3</sup>) и требуемой массы реагента (кг) для создания в баке-мернике раствора заданного объема и концентрации.</li><li>3. В емкость налита вода объемом V, мл. В емкости растворяют вещество. Требуемая молярная концентрация C, ммоль/мл. Плотность водного раствора, кг/дм<sup>3</sup>. Рассчитать и ввести значения требуемой массы реагента (мг) для создания в емкости раствора заданной концентрации и полученный объем раствора (мл).</li><li>4. Что такое нормальность раствора?</li><li>5. Что такое массовая доля?</li><li>6. В каких водах обычно выше жесткость: поверхностных или подземных?</li><li>7. По каким характеристикам различаются природные воды?</li><li>8. Какие вещества относятся к органическим примесям природных вод?</li></ol>
--	---

#### Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "отлично" выставляется если количество набранных баллов при выполнении теста составляет не менее 90% от максимального.

*Оценка:* 4

*Нижний порог выполнения задания в процентах:* 75

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "хорошо" выставляется если количество набранных баллов при выполнении теста составляет не менее 75% от максимального.

*Оценка:* 3

*Нижний порог выполнения задания в процентах:* 60

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "удовлетворительно" выставляется если количество набранных баллов при выполнении теста составляет не менее 60% от максимального.

*Оценка:* 2

*Описание характеристики выполнения знания:* Тест считается выполненным на оценку «Неудовлетворительно» если студентом не выполнены условия, предполагающие оценку «Удовлетворительно».

## **КМ-2. Предварительная очистка воды (коагуляция, флокуляция, известкование)**

**Формы реализации:** Компьютерное задание

**Тип контрольного мероприятия:** Тестирование

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 15

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Выполнить тест

### **Краткое содержание задания:**

Расчет процессов при очистке воды от коллоидных примесей. Известкование воды.  
Физико-химические основы коагуляции и известкования

### **Контрольные вопросы/задания:**

<p>Знать: основные показатели, характеризующие качество воды и их изменение по ступеням обработки при подготовке добавочной воды</p>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Укажите основные назначения процесса коагуляции?<ol style="list-style-type: none"><li>1) удаление коллоидных примесей</li><li>2) снижение концентрации ионных примесей</li><li>3) обеззараживание воды</li><li>4) увеличение прозрачности воды</li><li>5) снижение концентрации <math>Na^+</math></li><li>6) снижение концентрации <math>Cl^-</math></li><li>7) снижение концентрации грубодисперсных примесей</li></ol></li><li>2. Концентрация каких примесей снижается в осветлителе при коагуляции?<ol style="list-style-type: none"><li>1) грубодисперсных</li><li>2) органических</li><li>3) солей общей жесткости</li><li>4) кремнесодержащих</li><li>5) гидрокарбонатов</li><li>6) сульфатов</li></ol></li><li>3. Как изменяется ООУ (ТОС) в процессе коагуляции?<ol style="list-style-type: none"><li>1) возрастает</li><li>2) остается постоянной</li></ol></li></ol>
--	--

	<p>3) уменьшается</p> <p>4.С какой целью производится дозирование флокулянтов?</p> <p>1) для интенсификации процесса снижения дзета-потенциала коллоидных частиц</p> <p>2) для интенсификации процесса начала слипания коллоидных частиц со сниженным дзета-потенциалом</p> <p>3) для интенсификации процесса роста скоагулировавших частиц</p> <p>4) для образования шлама из тяжелых и крупных частиц</p> <p>5.Что происходит с гидроксидом алюминия при рН менее 5,5?</p> <p>1) диссоциирует с образованием <math>Al^{2+}</math> и <math>OH^-</math></p> <p>2) анионы <math>OH^-</math> образуют с ионами водорода молекулы воды</p> <p>3) ведет себя как кислота</p> <p>4) растворяется</p> <p>5) диссоциирует с образование растворимых алюминатов <math>AlO_2^-</math></p> <p>6) гидролиз практически не идет</p> <p>6.Что происходит в процессе известкования и коагуляции воды в осветлителе?</p> <p>1) умягчение</p> <p>2) увеличение щелочности</p> <p>3) снижение сухого остатка</p> <p>4) удаление взвешенных веществ</p> <p>5) удаление соединений кремния</p> <p>6) увеличивается цветность воды</p> <p>7) удаление соединений железа</p> <p>7.Для чего используется известковое молоко на ХВО?</p> <p>1) для известкования сырой воды в осветлителях.</p> <p>2) для нейтрализации сбросных кислых вод ХВО.</p> <p>3) для нейтрализации обмывочных вод РВП.</p> <p>4) для нейтрализации сбросных вод <math>Na</math>-катионитных фильтров.</p> <p>8.Как изменяется солесодержание воды при известковании?</p> <p>1) уменьшается</p> <p>2) не изменяется</p> <p>3) увеличивается</p>
--	---

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 90*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если количество набранных баллов при выполнении теста составляет не менее 90% от максимального.*

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 75*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "хорошо" выставляется если количество набранных баллов при выполнении теста составляет не менее 75% от максимального.

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "удовлетворительно" выставляется если количество набранных баллов при выполнении теста составляет не менее 60% от максимального.

*Оценка: 2*

*Описание характеристики выполнения знания:* Тест считается выполненным на оценку «Неудовлетворительно» если студентом не выполнены условия, предполагающие оценку «Удовлетворительно».

### **КМ-3. Технология фильтрации воды (осветление)**

**Формы реализации:** Компьютерное задание

**Тип контрольного мероприятия:** Тестирование

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 10

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Выполнить тест

#### **Краткое содержание задания:**

Осветление воды методами фильтрации. Осадительные процессы предварительной очистки воды (отстаивание, флотация)

#### **Контрольные вопросы/задания:**

<p>Знать: основные показатели, характеризующие качество воды и их изменение по ступеням обработки при подготовке добавочной воды</p>	<p>1. В какой бак направляются отмывочные воды после взрыхляющей промывки осветлительных фильтров?</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1) коагулированной воды</li><li>2) шламовых вод</li><li>3) промывочной воды</li><li>4) осветленной воды</li></ol> <p>2. Для чего предназначен осветлительный фильтр?</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1) обессоливание воды</li><li>2) удаление кремнекислоты</li><li>3) удаление механических примесей</li></ol> <p>3. Из каких стадий состоит эксплуатация осветлительных фильтров?</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1) регенерация</li><li>2) промывка фильтрующего слоя</li><li>3) работа</li></ol> <p>4. Какой водой проводится взрыхляющая промывка осветлительного фильтра?</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1) коагулированной (после осветлителя)</li><li>2) осветленной (после осветлительных фильтров)</li><li>3) обессоленной (после анионитного фильтра 2-й степени)</li><li>4) декарбонизированной (после декарбонизатора)</li></ol> <p>5. Как меняется значение pH при фильтрации в осветлительном фильтре?</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1) уменьшается на 1–2 единицы</li><li>2) незначительно уменьшается</li></ol>
--	---

	<p>3) не изменяется</p> <p>4) незначительно увеличивается</p> <p>5) увеличивается на 2–3 единицы</p> <p>6.Какой фильтрующий материал используется на осветлительных фильтрах установки предварительной очистки воды?</p> <p>1) дробленый антрацит</p> <p>2) катионит</p> <p>3) анионит</p> <p>7.Что удаляется из воды во время обработки на осветлительных фильтрах?</p> <p>1) углерод</p> <p>2) механические примеси</p> <p>3) кислотность</p> <p>4) грубодисперсные примеси</p> <p>8.Какие фильтрующие материалы загружают в осветлительный фильтр в схеме подготовки добавочной воды для котлов ТЭС?</p> <p>1) анионит</p> <p>2) катионит</p> <p>3) антрацит</p> <p>4) гранитная крошка</p>
--	--

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 90*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "отлично" выставляется если количество набранных баллов при выполнении теста составляет не менее 90% от максимального.

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 75*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "хорошо" выставляется если количество набранных баллов при выполнении теста составляет не менее 75% от максимального.

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "удовлетворительно" выставляется если количество набранных баллов при выполнении теста составляет не менее 60% от максимального.

*Оценка: 2*

*Описание характеристики выполнения знания:* Тест считается выполненным на оценку «Неудовлетворительно» если студентом не выполнены условия, предполагающие оценку «Удовлетворительно».

**КМ-4. Обработка воды методами ионного обмена**

**Формы реализации:** Компьютерное задание

**Тип контрольного мероприятия:** Тестирование

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 15

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Выполнить тест

### Краткое содержание задания:

Основы ионного обмена. Схемы ионообменных установок.

### Контрольные вопросы/задания:

<p>Знать: основные показатели, характеризующие качество воды и их изменение по ступеням обработки при подготовке добавочной воды</p>	<p>1. По заданному качеству осветленной воды (общая жесткость, карбонатная жесткость, общая щелочность, содержание углекислоты) и заданному значению щелочности в фильтрате Н-катионитного фильтра с "голодной" регенерацией определите общую жесткость и содержание углекислоты на выходе Н-катионитного фильтра.</p> <p>2. Для удаления каких примесей предназначается ионный обмен?</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1) примеси в ионной форме</li><li>2) органические вещества</li><li>3) ГДП</li><li>4) коллоидные примеси</li></ol> <p>3. Какие материалы называются катионитами?</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1) способные к ионному обмену положительно-заряженных ионов</li><li>2) способные к ионному обмену отрицательно-заряженных ионов</li></ol> <p>4. Какие реагенты могут быть использованы для регенерации Н-катионитного фильтра?</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1) <math>H_2SO_4</math></li><li>2) <math>Na_2SO_4</math></li><li>3) <math>HCl</math></li><li>4) <math>HNO_3</math></li><li>5) <math>H_2CO_3</math></li></ol> <p>5. Какие реагенты могут быть использованы для регенерации ОН-анионитного фильтра 1-й ступени?</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1) <math>NaOH</math></li><li>2) <math>Ca(OH)_2</math></li><li>3) водный раствор <math>CaO</math></li><li>4) едкий кали</li><li>5) <math>H_2CO_3</math></li></ol> <p>6. Из каких основных элементов состоит ионитные фильтры первой и второй ступени ВПУ?</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1) корпус</li><li>2) верхнее распределительное устройство</li><li>3) нижнее распределительное устройство</li><li>4) среднее распределительное устройство</li><li>5) трубопроводы обвязки</li><li>6) запорная арматура</li><li>7) воздушник</li><li>8) пробоотборные устройства</li><li>9) расходомеры</li><li>10) манометры</li><li>11) фильтрующая загрузка</li></ol> <p>7. Для чего предназначено верхнее распределительное устройство ионитных фильтров?</p>
--	--

	<p>1) подвод обрабатываемой воды  2) подвод регенерационного раствора  3) сбор обрабатываемой воды  4) отвод взрыхляющей воды  5) подвод взрыхляющей воды  6) отвод регенерационного раствора  7) подвод сжатого воздуха  8.Какой материал загружен в Н-катионитный фильтр 1-й ступени в схеме обессоливания?  1) АВ-17  2) А-847  3) АН-31  4) КУ-2-8  9.Для чего в схеме обессоливания установлен ФСД?  1) удаление Na  2) удаление CO<sub>2</sub>  3) улавливание проскочивших катионов и анионов  4) глубокое обескремнивание  10.Какой материал загружен в ОН-анионитный фильтр 2-й ступени в схеме обессоливания?  1) АВ-17  2) А-847  3) АН-31  4) КУ-2-8</p>
--	--

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 90*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если количество набранных баллов при выполнении теста составляет не менее 90% от максимального.*

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 75*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если количество набранных баллов при выполнении теста составляет не менее 75% от максимального.*

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если количество набранных баллов при выполнении теста составляет не менее 60% от максимального.*

*Оценка: 2*

*Описание характеристики выполнения знания: Тест считается выполненным на оценку «Неудовлетворительно» если студентом не выполнены условия, предполагающие оценку «Удовлетворительно».*

**КМ-5. Мембранные методы очистки воды**

**Формы реализации:** Компьютерное задание

**Тип контрольного мероприятия:** Тестирование

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 10

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Выполнить тест

**Краткое содержание задания:**

Мембранные методы очистки воды. Схемы использования барометрических мембран.

**Контрольные вопросы/задания:**

<p>Знать: основные показатели, характеризующие качество воды и их изменение по ступеням обработки при подготовке добавочной воды</p>	<p>1.Какое назначение имеет установка обратного осмоса?</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1) катионирование</li><li>2) снижение солесодержания</li><li>3) снижение общей жесткости</li><li>4) анионирование</li><li>5) снижение щелочности</li></ol> <p>2.Какое количество (%) растворенных неорганических соединений задерживается на установке обратного осмоса?</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1) 90 - 99</li><li>2) 50 – 60</li><li>3) 40 - 50</li></ol> <p>3.Какое количество (%) коллоидных примесей задерживается на установке обратного осмоса?</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1) 100</li><li>2) 60</li><li>3) 75</li></ol> <p>4. Как устроены мембранные модули на УОО?</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1) представляют собой рулонные элементы, спирально навитые модули</li><li>2) рулонные элементы состоят из мембранных пакетов</li><li>3) мембранные пакеты представляют собой склеенные с трех сторон прямоугольники из композиционных мембран</li><li>4) между пакетами проложена сетка-спейсер, которая турбулизирует поток воды, мешая образованию отложений на мембране</li><li>5) внутри пакета находится прокладка</li><li>6) внутри пакета проложена сетка-спейсер, которая турбулизирует поток воды, мешая образованию отложений на мембране</li><li>7) мембранные пакеты непроклеенной стороной подсоединяются к трубе для сбора фильтрата и скручиваются в спираль</li></ol> <p>5.Каким образом исходная вода проходит обработку на модуле обратного осмоса?</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1) исходная вода подается на склеенные прямоугольники и через отверстия выходит из модуля</li><li>2) исходная вода подается в торец мембраны и, протекая параллельно центральной трубе между</li></ol>
--	---

	<p>пакетами, через мембраны фильтруется внутрь склеенных прямоугольников и через отверстия проникает в центральную трубу для сбора фильтрата</p> <p>3) концентрат выходит с противоположного торца мембранного элемента</p> <p>6. Для каких целей установлен декарбонизатор в схеме обессоливания?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) удаление взвешенных частиц</li> <li>2) удаление всех растворенных газов</li> <li>3) служит промежуточным баком</li> <li>4) является баком взрыхляющей воды для H1</li> <li>5) удаление свободной углекислоты</li> <li>6) удаление растворенного карбона</li> <li>7) для насыщения воды кислородом и азотом воздуха</li> <li>8) сокращение затрат едкого натра при регенерации на стадии сильноосновного анионирования</li> </ol> <p>7. Как влияет подогрев обрабатываемой на обратноосмотических мембранах воды на солесодержание пермеата?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) солесодержание пермеата не меняется</li> <li>2) солесодержание пермеата уменьшается</li> <li>3) солесодержание пермеата увеличивается</li> </ol> <p>8. Как влияет наличие предварительной очистки воды на эффективность эксплуатации мембран?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) эффективность эксплуатации повышается</li> <li>2) эффективность эксплуатации не изменяется</li> <li>3) эффективность эксплуатации снижается</li> </ol>
--	---

#### Описание шкалы оценивания:

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 90*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если количество набранных баллов при выполнении теста составляет не менее 90% от максимального*

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 75*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если количество набранных баллов при выполнении теста составляет не менее 75% от максимального*

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если количество набранных баллов при выполнении теста составляет не менее 60% от максимального*

*Оценка: 2*

*Описание характеристики выполнения знания: Тест считается выполненным на оценку «Неудовлетворительно» если студентом не выполнены условия, предполагающие оценку «Удовлетворительно».*

## КМ-6. Термические методы очистки воды. Обработка охлаждающей воды и подпиточной воды системы теплоснабжения

**Формы реализации:** Компьютерное задание

**Тип контрольного мероприятия:** Тестирование

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 10

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Выполнить тест

### Краткое содержание задания:

Термический способ обессоливания. Удаление из воды растворенных газов. Открытые и закрытие системы теплоснабжения

### Контрольные вопросы/задания:

<p>Знать: основные определения, закономерности, технологии и виды оборудования, применяемые в водоподготовке на энергетических объектах</p>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Для каких целей установлен декарбонизатор в схеме обессоливания?<ol style="list-style-type: none"><li>1) удаление взвешенных частиц</li><li>2) удаление всех растворенных газов</li><li>3) является баком взрыхляющей воды для Н1</li><li>4) удаление свободной углекислоты</li></ol></li><li>2. Если вместо воздуха в декарбонизатор подавать газ – азот, будет ли происходить удаление CO<sub>2</sub>?<ol style="list-style-type: none"><li>1) не будет</li><li>2) будет с большей эффективностью, чем при подаче воздуха</li><li>3) будет с меньшей эффективностью, чем при подаче воздуха</li><li>4) будет с такой же эффективностью, как при подаче воздуха</li></ol></li><li>3. Почему в декарбонизаторе нельзя снизить содержание остаточного свободного углекислого газа до нулевого значения?<ol style="list-style-type: none"><li>1) из-за содержания в воздухе углекислого газа с определенным парциальным давлением (на основании закона Генри)</li><li>2) в связи с цилиндрической формой декарбонизатора</li><li>3) из-за перехода CO<sub>2</sub> в воду из насадки, состоящей из колец Рашига</li></ol></li><li>4. От чего зависит эффективность удаления углекислоты в декарбонизаторе?<ol style="list-style-type: none"><li>1) температура воды</li><li>2) расход воздуха</li><li>3) качество исходной воды, поступающей на ВПУ</li><li>4) величина рН</li><li>5) исходная концентрация углекислоты в воде, поступающей на ВПУ</li><li>6) удельная поверхность контакта воды с воздухом</li></ol></li><li>5. Как изменяется количество коллоидных примесей в поверхностном источнике водоснабжения в паводковый период?<ol style="list-style-type: none"><li>1) увеличивается</li><li>2) остается постоянной</li><li>3) уменьшается</li></ol></li></ol>
---	---

	<p>6.Какое количество кислорода по объему содержится в воздухе?</p> <p>1) около 21%</p> <p>2) около 15%</p> <p>3) около 30%</p> <p>7.Какое содержание CO<sub>2</sub> должно быть в воде после декарбонизатора?</p> <p>1) 3 – 5 мг/л</p> <p>2) 6 – 10 мг/л</p> <p>8.Для чего предназначен декарбонизатор в схемах обессоливания воды?</p> <p>1) Декарбонизатор – это аппарат, предназначенный для удаления из воды свободной углекислоты</p> <p>2) Декарбонизатор – это аппарат, предназначенный для удаления из воды кислорода</p>
--	--

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 90*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если количество набранных баллов при выполнении теста составляет не менее 90% от максимального.*

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 75*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если количество набранных баллов при выполнении теста составляет не менее 75% от максимального.*

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если количество набранных баллов при выполнении теста составляет не менее 60% от максимального.*

*Оценка: 2*

*Описание характеристики выполнения знания: Тест считается выполненным на оценку «Неудовлетворительно» если студентом не выполнены условия, предполагающие оценку «Удовлетворительно».*

**КМ-7. Технологии очистки сточных вод**

**Формы реализации:** Компьютерное задание

**Тип контрольного мероприятия:** Тестирование

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 10

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Выполнить тест

**Краткое содержание задания:**

Общие принципы очистки сточных вод на ТЭС. Очистка воды от нефтепродуктов.

Нейтрализация сточных вод

**Контрольные вопросы/задания:**

Знать: основные определения, закономерности, технологии и	<p>1.Для чего предназначены сорбционные фильтры?</p> <p>1) Для глубокой очистки сточной воды</p>
---	--

<p>виды оборудования, применяемые в водоподготовке на энергетических объектах</p>	<p>фильтрованием  2) Для первоначальной очистки сточной воды фильтрованием  2. Куда направляют перелив приемных резервуаров?  1) В нефтеловушку  2) В резервуар осадка  3) Во флотатор  3. Укажите реагент, используемый для нейтрализации кислых сточных вод обессоливающей установки.  1) известковое молоко  2) едкий натр  3) кальцинированная вода  4. Куда подают осветленную воду из бака-нейтрализатора обмывочных вод РВП?  1) На шламоотвал токсичных сбросов  2) В хозфекальную канализацию  5. Куда направляют нефтепродукты из приемного резервуара?  1) В резервуар нефтепродуктов  2) Во флотатор  3) На иловую площадку  6. Что такое метод флотации?  1) При флотации вода, насыщенная воздухом, образует пузырьки, которые всплывают, захватывая частицы нефтепродуктов  2) При флотации происходит осаждение нефтепродуктов  7. Укажите назначение установки нейтрализации сточных вод.  1) для получения сточных вод с pH = 6,5 – 8,5  2) для получения сточных вод с pH = 8,5 – 10  8. Укажите способ очистки сточных вод обессоливающей установки.  1) взаимная нейтрализация стоков с донейтрализацией реагентами  2) взаимная нейтрализация  3) нейтрализация реагентами</p>
---	--

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 90*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если количество набранных баллов при выполнении теста составляет не менее 90% от максимального.*

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 75*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если количество набранных баллов при выполнении теста составляет не менее 75% от максимального.*

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "удовлетворительно" выставляется если количество набранных баллов при выполнении теста составляет не менее 60% от максимального.

*Оценка:* 2

*Описание характеристики выполнения знания:* Тест считается выполненным на оценку «Неудовлетворительно» если студентом не выполнены условия, предполагающие оценку «Удовлетворительно».

### **КМ-8. Проектирование водоподготовительной установки для ТЭС с энергоблоками СКП**

**Формы реализации:** Защита задания

**Тип контрольного мероприятия:** Расчетно-графическая работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 20

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Защита выполненного расчетного задания

**Краткое содержание задания:**

Расчет при проектировании водоподготовительной установки на ТЭС

**Контрольные вопросы/задания:**

<p>Знать: основные физико-химические процессы подготовки добавочной воды на ТЭС и АЭС</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. По заданному качеству осветленной воды (общая жесткость, карбонатная жесткость, общая щелочность, содержание углекислоты) и заданному значению щелочности в фильтрате Н-катионитного фильтра с "голодной" регенерацией определите общую жесткость и содержание углекислоты на выходе Н-катионитного фильтра</li> <li>2. Рассчитайте и введите удельный расход кислоты на регенерацию Н-катионитных фильтров, г/г-экв</li> <li>3. Пояснить с использованием уравнения электронейтральности, почему при расчете ЕР для фильтров Н I ступени концентрация ионов <math>Ca^{2+}</math>, <math>Mg^{2+}</math> и <math>Na^{+}</math>, обменивающихся на ион водорода, подсчитывается на основе определения средней кислотности за фильтроцикл (КСР) и средней щелочности осветленной воды (ЩОВ)</li> <li>4. По заданным исходным данным рассчитать продолжительность фильтроцикла осветлительного фильтра, ч</li> <li>5. По заданным исходным данным рассчитать объем воды на собственные нужды осветлительного фильтра, м<sup>3</sup></li> <li>6. Приведите реакции, что происходит с гидроокисью алюминия при рН менее 5,5</li> </ol>
<p>Уметь: принимать конкретные технологические решения при проектировании и эксплуатации установок подготовки добавочной воды на ТЭС и АЭС</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Механизм задержания примесей фильтрующим слоем в насыпном осветлительном фильтре</li> <li>2. Выбор схемы предочистки. Выбор коагулянта при совместных процессах коагуляции и известкования воды</li> <li>3. Технология удаления из воды растворенных газов в декарбонизаторе</li> </ol>

	<p>4. Принципиальная схема очистки воды методом ионного обмена</p> <p>5. Технология очистки воды в фильтрах смешанного действия</p> <p>6. Расчет производительности ВПУ на ТЭС</p>
--	--

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 90*

*Описание характеристики выполнения знания:* расчетное задание считается выполненным на оценку «Отлично», если получен верный численный ответ для всех искомых величин, приведены все необходимые формулы и уравнения и указано их обоснование, приведены тексты всех написанных при решении расчетного задания программ; на защите расчетного задания обучающийся может грамотно объяснить физические принципы и методику решения подобных задач вообще и конкретный ход решения расчетного задания в частности

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 75*

*Описание характеристики выполнения знания:* расчетное задание считается выполненным на оценку «Хорошо», если при общем абсолютно верном ходе выполнения расчетного задания были допущены незначительные недочеты: получены неверные значения искомых величин, лежащие, тем не менее, в разумном диапазоне, либо не указано обоснование используемых в расчете формул, приближений и допущений, либо допущены незначительные недочеты при программировании решения расчетного задания; на защите расчетного задания обучающийся может грамотно объяснить методику решения подобных задач и конкретный ход решения расчетного задания в частности

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания:* расчетное задание считается выполненным на оценку «Удовлетворительно», если все искомые параметры определены, причем существенная часть расчетного задания выполнена верно и для некоторых искомых величин получены верные численные значения; на защите расчетного задания обучающийся может грамотно объяснить ход решения расчетного задания

*Оценка: 2*

*Описание характеристики выполнения знания:* расчетное задание считается выполненным на оценку «Неудовлетворительно», если существенная часть расчетного задания выполнена с грубыми ошибками либо на защите обучающийся не может объяснить ход решения расчетного задания

# СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

## 5 семестр

**Форма промежуточной аттестации:** Экзамен

### Пример билета

1. Технологические показатели качества воды
2. Технология известкования воды
3. Задача:

Объем бака-мерника  $V=1,5$  м<sup>3</sup>. В баке-мернике растворяют NaCl. Требуемая массовая концентрация  $C=22,5$  г/дм<sup>3</sup>. Плотность водного раствора равна 1103 кг/м<sup>3</sup>. Рассчитать значения объема воды (м<sup>3</sup>) и требуемой массы реагента (кг) для создания в баке-мернике раствора заданного объема и концентрации

### Процедура проведения

Проводится в устной форме по билетам в виде подготовки и изложения развернутого ответа на вопросы билета

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

**1. Компетенция/Индикатор:** ИД-1пк-3 Знает устройство и принцип работы оборудования водоподготовки и водоочистки на объектах энергетики

### Вопросы, задания

1. Технология удаления из воды растворенных газов в декарбонизаторе.
2. Технология очистки воды в фильтрах смешанного действия с выносной регенерацией.
3. Технология очистки воды методом Na-катионирования.
4. Принципиальная схема установки по очистке воды методами коагуляции и известкования.
5. Принципиальная схема осветлителя.
6. Способы повышения экономической эффективности при эксплуатации схем очистки воды методом ионного обмена.
7. Принципиальная схема очистки воды методом последовательного H-Na-катионирования.
8. Рассчитать производительность ВПУ для подпитки основного цикла ТЭЦ и теплосети. Количество энергоблоков 4 шт., паропроизводительность котла одного блока равна 1490 т/ч. Тепловая мощность отборов одного блока составляет 350 Гкал/ч. Продувка котла - 1%. Все котлы - барабанные. Основное топливо – газ, резервное – мазут. Расход мазута на один энергоблок  $V_{\text{мазут}}=80$  т/ч.
9. В баке-мернике налито воды  $V = 20$  м<sup>3</sup>, где растворяют серную кислоту. Требуемая процентная концентрация  $w=1,5$  %. Плотность водного раствора составляет 1130 кг/м<sup>3</sup>. Рассчитать значения требуемой массы реагента (кг) для создания в баке-мернике раствора заданной концентрации и полученный объем раствора (м<sup>3</sup>).

### Материалы для проверки остаточных знаний

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

Ответы:

1) дробленый антрацит 2) катионит 3) анионит

Верный ответ: 1

2.Какие материалы называются катионитами?

Ответы:

1) способные к ионному обмену положительно-заряженных ионов 2) способные к ионному обмену отрицательно-заряженных ионов

Верный ответ: 1

3.Для чего в схеме обессоливания установлен ФСД?

Ответы:

1) удаление Na 2) удаление CO<sub>2</sub> 3) улавливание проскочивших катионов и анионов 4) глубокое обескремнивание

Верный ответ: 3,4

4.Операция взрыхления проводится, чтобы:

Ответы:

1) перемешать слой ионита 2) удалить из слоя ионита накопившиеся за время работы высокодисперсные загрязнения, разрушившиеся зерна ионита и их фрагменты, предотвратить каналобразование в слое, осуществить гидроклассификацию загрузки 3) посмотреть, имеются ли в фильтре загрязнения

Верный ответ: 2

5.Какие показатели контролируются при работе декарбонизатора обессоливающей установки

Ответы:

1) щелочность 2) жесткость 3) свободная углекислота 4) кислотность 5) стабильность 6) рН 7) прозрачность 8) удельная электропроводность 9) хлориды

Верный ответ: 3

6.В каких единицах выражается селективность мембран?

Ответы:

1) абс % 2) % 3) мкг/дм<sup>3</sup>

Верный ответ: 2

7.Укажите характеристики ионного обмена

Ответы:

1) эквивалентность 2) обратимость 3) селективность 4) однонаправленность

Верный ответ: 1,2,3

8.Какой реагент используют в качестве коагулянта при известковании воды в осветлителе?

Ответы:

1) сернокислое железо 2) сернокислый алюминий

Верный ответ: 1

**2. Компетенция/Индикатор:** ИД-2<sub>ПК-3</sub> Владеет современными методами проведения химического анализа, методиками расчета расходов материалов и реагентов

### Вопросы, задания

- 1.Параметры, влияющие на качество очистки воды методом коагуляции.
- 2.Параметры, влияющие на качество очистки воды методом известкования.
- 3.Механизм задержания примесей фильтрующим слоем в насыпном осветлительном фильтре.
- 4.Выбор коагулянта при совместных процессах коагуляции и известкования воды.
- 5.Уравнения химических реакций, протекающих при известковании воды.
- 6.Изменение показателей качества воды при коагуляции.
- 7.Строение двойного электрического слоя коллоидной частицы.

8. Уравнения химических реакций, протекающих при очистке воды методом коагуляции.  
9. Методика выбора оптимальных значений pH и дозы коагулянта при очистке воды методом коагуляции.

### Материалы для проверки остаточных знаний

1. Что такое массовая доля?

Ответы:

- 1) отношение массы растворенного вещества к массе раствора 2) отношение массы растворенного вещества к массе растворителя 3) отношение массы растворителя к массе раствора 4) отношение массы растворителя к массе растворенного вещества

Верный ответ: 1

2. В каких единицах измеряется молярная концентрация эквивалентов? (Правильные варианты)

Ответы:

- 1) ммоль/кг 2) мг/дм<sup>3</sup> 3) мг-экв/дм<sup>3</sup> 4) г/100 г 5) % 6) мг/л 7) ммоль экв/л 8) н 9) ммоль/л 10) ммоль/дм<sup>3</sup> 11) кг/кг

Верный ответ: 3, 7, 8

3. Что такое молярность?

Ответы:

- 1) количество молей растворенного вещества в единице объема раствора 2) масса растворенного вещества в единице объема раствора 3) количество молей растворенного вещества в единице массы раствора 4) масса растворенного вещества в единице массы раствора 5) количество молей растворителя в единице массы раствора 6) масса растворителя в единице массы раствора 7) количество молей растворенного вещества на единицу объема растворителя 8) количество молей растворенного вещества на единицу массы растворителя

Верный ответ: 1

4. В присутствии какого индикатора проводят титрование пробы, если в воде имеется гидратная или карбонатная щелочность?

Ответы:

- 1) фенолфталеин 2) метилоранж 3) феноловый красный 4) смешанный

Верный ответ: 1

5. Дайте определение жесткости воды

Ответы:

- 1) содержание катионов кальция и магния, выраженное в миллиграмм-эквивалентах в кубическом дециметре 2) содержание катионов, находящихся в воде, выраженное в миллиграмм-эквивалентах в кубическом дециметре 3) содержание в воде веществ, вступающих в реакцию с сильными кислотами 4) содержание в воде веществ, вступающих в реакцию с сильными основаниями

Верный ответ: 1

6. Как изменяется концентрация CO<sub>2</sub> в воде при коагуляции?

Ответы:

- 1) увеличивается 2) незначительно увеличивается 3) остается неизменной 4) незначительно уменьшается 5) уменьшается

Верный ответ: 1

7. Какими соединениями в основном обуславливается щелочность воды химводоочистки?

Ответы:

- 1) бикарбонаты 2) карбонаты 3) гидраты 4) оксалаты 5) фосфаты

Верный ответ: 1, 2, 3

## ***II. Описание шкалы оценивания***

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 90*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка «ОТЛИЧНО» 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: 70*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка «ХОРОШО» выставляется студенту, в основном правильно ответившему на вопросы экзаменационного билета и на дополнительные вопросы, но допустившему при этом непринципиальные ошибки.

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка «УДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО» 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:* Работа не выполнена или выполнена преимущественно неправильно

## ***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 экзаменационной составляющих.