

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

Направление подготовки/специальность: 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Наименование образовательной программы: Технология воды и топлива в энергетике

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

**Оценочные материалы
по дисциплине
Проектирование водоподготовительных систем**

**Москва
2024**

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Разработчик

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Чудова Ю.В.
	Идентификатор	R92df8f2f-ChudovaYV-ea6ca3ef

Ю.В. Чудова

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-2 Способность участвовать в проектировании водоподготовительных и водоочистительных установок и систем с использованием серийного оборудования
- ИД-3 Проводит расчеты по типовым методикам и расчетным программам, а также проектировать отдельные элементы водоподготовительных установок с использованием средств автоматизированного проектирования

и включает:

для текущего контроля успеваемости:

Форма реализации: Письменная работа

1. КР 1 Предварительная очистка воды (Контрольная работа)
2. КР 2 Подбор технологических схем ХВО. Работа 1 (Контрольная работа)
3. КР 3 Подбор Технологических схем ХВО. Работа 2 (Контрольная работа)
4. КР 4 Подбор схемы реконструкции ХВО (Контрольная работа)

БРС дисциплины

3 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %				
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
	Срок КМ:	4	8	12	16
Общетеоретическая часть					
Классификация источников воды. Классификация потребителей воды.		+	+	+	+
Типовые схемы водоподготовки, разбор принципов их работы.		+	+	+	+
Предварительная очистка					
Общий взгляд на технологии предварительной очистки воды.		+	+	+	+
Технология ультрафильтрации			+	+	+
Основное обессоливание					
Технология обратного осмоса			+	+	+
Технология ионного обмена			+	+	+

Детальное сравнение ионного обмена и обратного осмоса. Технология и оборудование для вибрационного мембранного разделения		+	+	+
Доочистка				
Моделирование, конструирование и эксплуатация фильтров ФСД			+	+
Системы электродеионизации и сэндвич-фильтры			+	+
Вес КМ:	10	35	20	35

\$Общая часть/Для промежуточной аттестации\$

БРС курсовой работы/проекта

3 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %		
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2
	Срок КМ:	8	16
Выбор технологических схем		+	
Расчеты конструктивных и эксплуатационных параметров технологических цепочек			+
Сравнение результатов			+
Вес КМ:		20	80

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-2	ИД-3ПК-2 Проводит расчеты по типовым методикам и расчетным программам, а также проектировать отдельные элементы водоподготовительных установок с использованием средств автоматизированного проектирования	Знать: Терминологию в области аппаратов и технологий водоподготовки, базовые критерии для сравнения различных технологических цепочек; Типовые схемы систем водоподготовки, их особенности, достоинства и недостатки, области применения, основные возможности и ограничения существующих технологий ионного обмена, обратного осмоса, осветления, ультрафильтрации, электродеионизации; Основные характеристики ионитов и мембран, необходимые для понимания эффективности их работы.	КР 1 Предварительная очистка воды (Контрольная работа) КР 2 Подбор технологических схем ХВО. Работа 1 (Контрольная работа) КР 3 Подбор Технологических схем ХВО. Работа 2 (Контрольная работа) КР 4 Подбор схемы реконструкции ХВО (Контрольная работа)

II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

КМ-1. КР 1 Предварительная очистка воды

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 10

Процедура проведения контрольного мероприятия: Проводится на лекции, продолжительность выполнения 15 минут. На всю группу дается 1 вариант.

Краткое содержание задания:

Подобрать типовую схему для подготовки котловой воды (не далее умягчения, по материалам лекций)

Контрольные вопросы/задания:

Знать: Типовые схемы систем водоподготовки, их особенности, достоинства и недостатки, области применения, основные возможности и ограничения существующих технологий ионного обмена, обратного осмоса, осветления, ультрафильтрации, электродеионизации;	1. Запишите реакцию сульфата алюминия со щелочностью в технологическом процессе коагуляции *по аналогии с п.2 запишите реакцию хлорида железа (III) со щелочностью в технологическом процессе коагуляции
--	---

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Схема и реакции выполнены полностью, грубых ошибок нет.

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 80

Описание характеристики выполнения знания: Схема и реакции выполнены с небольшими недочетами, грубых ошибок нет.

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Схема и реакции выполнены с существенными недочетами, одна грубая ошибка.

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Схема и реакции выполнены неверно, более одной грубой ошибки.

КМ-2. КР 2 Подбор технологических схем ХВО. Работа 1

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 35

Процедура проведения контрольного мероприятия: Проводится на лекции, продолжительность выполнения 15 минут. На всю группу дается 1 вариант.

Краткое содержание задания:

Составить варианты технологических схем подготовки воды (не менее 2х на каждый тип воды)

Контрольные вопросы/задания:

Знать: Основные характеристики ионитов и мембран, необходимые для понимания эффективности их работы.	1. Составьте варианты технологических схем подготовки воды для барабанных котлов для следующих исходных вод (не менее 2-х на каждую) - Река Днепр: TDS 600 мг/л, жесткость – 4 мг-экв/л, кремнекислота – 3 мг/л, окисляемость – 3-6 мгО ₂ /л - Скважина Тульская обл. TDS - 620 мг/л, жесткость 7.2 мг-экв/л, кремнекислота – 1 мг/л, окисляемость – 0.5 мгО ₂ /л, общее железо 4 мг/л
--	--

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Схемы выполнены полностью, грубых ошибок нет.

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 80

Описание характеристики выполнения знания: Схемы выполнены с небольшими недочетами, грубых ошибок нет.

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Схемы выполнены с существенными недочетами, одна грубая ошибка.

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Схемы выполнены неверно, несколько грубых ошибок.

КМ-3. КР 3 Подбор Технологических схем ХВО. Работа 2

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 20

Процедура проведения контрольного мероприятия: Проводится на лекции, продолжительность выполнения 15 минут. На всю группу дается 1 вариант.

Краткое содержание задания:

Подберите оптимальную схему предварительной очистки для 2х типов вод и 2х разных технологий. Приведите аргументы в пользу своего выбора (по материалам лекций).

Контрольные вопросы/задания:

Знать: Терминологию в области аппаратов и технологий водоподготовки, базовые	1. Подберите оптимальную схему предварительной очистки для системы противоточного ионного обмена для Ао Азот. Аргументируйте выбор.
--	---

критерии для сравнения различных технологических цепочек;	Подберите оптимальную схему предварительной очистки для системы обратного осмоса для АО Азот. Аргументируйте выбор.
---	---

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Схемы выполнены полностью, аргументы перечислены полностью, грубых ошибок нет.

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 80

Описание характеристики выполнения знания: Схемы выполнены с незначительными недочетами, аргументы перечислены на 80%, грубых ошибок нет.

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Схемы выполнены с существенными недочетами, аргументы перечислены на 60%, одна грубая ошибка.

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Схемы выполнены неверно, аргументы перечислены менее чем на 50%, несколько грубых ошибок.

КМ-4. КР 4 Подбор схемы реконструкции ХВО

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 35

Процедура проведения контрольного мероприятия: Проводится на лекции, продолжительность выполнения 15 минут. На всю группу дается 1 вариант.

Краткое содержание задания:

Подобрать два варианта схемы реконструкции ХВО, привести аргументы за и против каждой из схем (с учетом оборудования существующей ХВО, по материалам лекций).

Контрольные вопросы/задания:

Знать: Терминологию в области аппаратов и технологий водоподготовки, базовые критерии для сравнения различных технологических цепочек;	1. Для заказчика АО Азот г. Березняки составить две блок-схемы ВПУ после реконструкции. Привести аргументы «за» и «против» каждой из схем.
--	--

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Схемы выполнены полностью, грубых ошибок нет.

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 80

Описание характеристики выполнения знания: Схемы выполнены с небольшими недочетами, грубых ошибок нет.

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Схемы выполнены с существенными недочетами, одна грубая ошибка.

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Схемы выполнены неверно, несколько грубых ошибок.

СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

3 семестр

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

Пример билета

ФГБОУ ВО "Национальный исследовательский университет "МЭИ" Кафедра Теоретических основ теплотехники им. М.П. Вукаловича Направление: 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника Дисциплина: Проектирование и эксплуатация водоподготовительных систем ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №1	УТВЕРЖДАЮ Зав. каф. ТОТ 25 декабря 2018									
1. Вопрос. Классификация водных источников. Основные показатели качества природных и технологических вод, используемых в системах водоподготовки. 2. Задача. Подбор и сравнение 2-х различных схем ВПУ для данного качества исходной воды										
Источн ик	Место отбора пробы	ГДП мг/дм 3	Содержание, мг/дм3					Окисляемость, мгО2 /дм3	Жесткость, мг-экв/дм3	
				Na+ + K+	SO4 2-	Cl -	NO -3		SiO2 + SiO32-	Жо
Р. Амур	Хабаров ск	16	1. 6	5.6	2.0	1. 6	14	5	0.5	0.3
Качество очищенной воды – для котлов СКД										

Процедура проведения

Экзаменуемый излагает материал теоретического вопроса и свое решение задачи, ему задаются вопросы по материалу билета (если изложение неполное или есть недочеты) и 1-2 коротких вопроса из других тем предмета (вне билета).

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

1. Компетенция/Индикатор: ИД-3_{ПК-2} Проводит расчеты по типовым методикам и расчетным программам, а также проектировать отдельные элементы водоподготовительных установок с использованием средств автоматизированного проектирования

Вопросы, задания

1.

ФГБОУ ВО "Национальный исследовательский университет "МЭИ" Кафедра Теоретических основ теплотехники Направление: 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника Дисциплина: Проектирование и эксплуатация водоподготовительных систем ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №5	УТВЕРЖДАЮ Зав. каф. ТОТ 25 декабря 2018
---	---

1. Вопрос. Технология известкования воды, используемые реагенты при совмещенном процессе коагуляции и известковании. Основные химические реакции процесса. Технологические характеристики процесса известкования.

2. Задача. Подбор и сравнение 2-х различных схем ВПУ для данного качества исходной воды

Источн ик	Место отбора пробы	ГДП мг/д м3	Содержание, мг/дм3					Окисляемость, мгO2 /дм3	Жесткость, мг-экв/дм3	
				Na+ + K+	SO4 2-	Cl -	NO -3	SiO2 + SiO32-	Жо	ЖСа
Клязьм а	Владим ир	8	34. 7	52.7	21.7	-	16. 6	8.96	3.2	2.35

Качество очищенной воды – для котлов СКД

Материалы для проверки остаточных знаний

1. Что из перечисленного считается преимуществом технологии обратного осмоса перед технологией ионного обмена?

Ответы:

Проще проектировать и автоматизировать
Минимальный объем стоков
Толерантен к предпочистке
Непрерывный процесс
Минимум реагентов
Проверенная технология
Широкий диапазон солесодержаний
Гарантированное качество

Верный ответ: Преимущества технологии обратного осмоса: Проще проектировать и автоматизировать Непрерывный процесс Минимум реагентов Широкий диапазон солесодержаний

2. Что из перечисленного считается преимуществом технологии ионного обмена перед технологией обратного осмоса?

Ответы:

Проще проектировать и автоматизировать
Минимальный объем стоков
Толерантен к предпочистке
Непрерывный процесс
Минимум реагентов
Проверенная технология
Широкий диапазон солесодержаний
Гарантированное качество

Верный ответ: Преимущества технологии ионного обмена: Минимальный объем стоков Толерантен к предпочистке Минимум реагентов Проверенная технология Гарантированное качество

3. Что из перечисленного считается недостатком технологии обратного осмоса перед технологией ионного обмена?

Ответы:

Большой объем стоков
Требователен к предпочистке
Сложный периодический процесс
Сложнее проектировать и автоматизировать
Нет глубокого обессоливания

Неэффективен для высокого солесодержания

Высокий расход электричества

Требуется реагентного хозяйства

Верный ответ: Недостатки технологии обратного осмоса: Большой объем стоков

Требователен к предочистке Нет глубокого обессоливания Высокий расход электричества

4. Что из перечисленного считается недостатком технологии ионного обмена перед технологией обратного осмоса?

Ответы:

Большой объем стоков

Требователен к предочистке

Сложный периодический процесс

Сложнее проектировать и автоматизировать

Нет глубокого обессоливания

Неэффективен для высокого солесодержания

Высокий расход электричества

Требуется реагентного хозяйства

Верный ответ: Недостатки технологии ионного обмена: Сложный периодический процесс Сложнее проектировать и автоматизировать Неэффективен для высокого солесодержания Требуется реагентного хозяйства

5. Укажите преимущества традиционной предварительной очистки (осветление + мехфильтрация) по сравнению с технологией ультрафильтрации

Ответы:

Компактная

Постоянно высокое качество фильтрата

Хорошо известная технология

Высокое удаление органических веществ

Полностью автоматическое управление

Способна справляться с высокими нагрузками по взвешенным веществам

Верный ответ: Преимущества традиционной предварительной очистки Хорошо известная технология Высокое удаление органических веществ Способна справляться с высокими нагрузками по взвешенным веществам

6. Укажите преимущества ультрафильтрации по сравнению с традиционной предварительной очисткой (осветление + мехфильтрация)

Ответы:

Компактная

Постоянно высокое качество фильтрата

Хорошо известная технология

Высокое удаление органических веществ

Полностью автоматическое управление

Способна справляться с высокими нагрузками по взвешенным веществам

Верный ответ: Преимущества технологии ультрафильтрации Компактная

Постоянно высокое качество фильтрата Полностью автоматическое управление

7. Укажите недостатки традиционной предварительной очистки (осветление + мехфильтрация) по сравнению с технологией ультрафильтрации

Ответы:

Высокие капитальные затраты

Требуется значительных площадей

Нестабильна в эксплуатации

Есть ограничения по качеству входной воды

Качество фильтрата зависит от качества входной воды

Чувствительна к колебаниям качества входной воды

Верный ответ: Недостатки традиционной предварительной очистки Требуется значительных площадей Нестабильна в эксплуатации Качество фильтрата зависит от качества входной воды Чувствительна к колебаниям качества входной воды

8. Укажите недостатки ультрафильтрации по сравнению с традиционной предварительной очисткой (осветление + мехфильтрация)

Ответы:

Высокие капитальные затраты

Требуется значительных площадей

Нестабильна в эксплуатации

Есть ограничения по качеству входной воды

Качество фильтрата зависит от качества входной воды

Чувствительна к колебаниям качества входной воды

Верный ответ: Недостатки технологии ультрафильтрации Высокие капитальные затраты Есть ограничения по качеству входной воды Чувствительна к колебаниям качества входной воды

9. Какие процессы очистки воды условно относятся к безреагентным?

Ответы:

Ионный обмен

Ультрафильтрация

Обратный осмос

Известкование

Коагуляция

Электродеионизация

Мембранная дегазация

Верный ответ: Безреагентные (мембранные) методы очистки: Ультрафильтрация Обратный осмос Электродеионизация Мембранная дегазация

10. Какие процессы очистки воды условно относятся к реагентным методам?

Ответы:

Ионный обмен

Ультрафильтрация

Обратный осмос

Известкование

Коагуляция

Электродеионизация

Мембранная дегазация

Верный ответ: Методы очистки, использующие реагенты Ионный обмен Известкование Коагуляция

II. Описание шкалы оценивания

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Ответ на вопрос и задание выполнены полностью или с небольшими недочетами, при задании наводящих вопросов недочеты исправлены, грубых ошибок нет.

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 80

Описание характеристики выполнения знания: Ответ на вопрос и задание выполнены с небольшими недочетами, при задании наводящих вопросов недочеты исправлены частично, грубых ошибок нет.

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Ответ на вопрос и задание выполнены с существенными недочетами, при задании наводящих вопросов недочеты исправлены частично, одна грубая ошибка.

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Ответ на вопрос и задание выполнены с существенными недочетами, при задании наводящих вопросов, недочеты не исправлены, грубые ошибки.

III. Правила выставления итоговой оценки по курсу

Для курсового проекта/работы:

3 семестр

Форма проведения: Защита КП/КР

I. Процедура защиты КП/КР

Защита проходит в устной форме. Студент зачитывает краткие положения своей работы (выбранные цепочки, результаты их моделирования и сравнения, выводы и рекомендации по выбору). Затем кратко комментирует каждый из чертежей. Ему задают вопросы по работе и 1-2 кратких вопроса из других отделов курса.

II. Описание шкалы оценивания

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Расчеты и чертежи выполнены полностью или с небольшими недочетами, при задании наводящих вопросов недочеты исправлены, грубых ошибок нет.

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 80

Описание характеристики выполнения знания: Расчеты и чертежи выполнены с небольшими недочетами, при задании наводящих вопросов недочеты исправлены частично, грубых ошибок нет.

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Расчеты и чертежи выполнены с существенными недочетами, при задании наводящих вопросов недочеты исправлены частично, одна грубая ошибка.

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Расчеты и чертежи выполнены с существенными недочетами, при задании наводящих вопросов недочеты не исправлены, несколько грубых ошибок.

III. Правила выставления итоговой оценки по курсу