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
Очистка и повторное использование сточных вод энергетических предприятий

Москва
2023

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: Очков В.Ф. Идентификатор: Rd91184b2-OchkovVF-1531e2ff	В.Ф. Очков
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: Билеты (письменный опрос)

1. Водоподведение и водоотведение на ТЭС (Контрольная работа)
2. Образование и утилизация шламов на ТЭС (Контрольная работа)
3. Создание малосточных и бессточных ТЭС (Контрольная работа)
4. Сточные воды (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
Водоподведение и водоотведение на ТЭС					
Водоподведение и водоотведение на ТЭС		+			
Сточные воды					
Сточные воды системы охлаждения оборудования			+		+
Сточные воды ВПУ			+		+
Сточные воды, загрязненные нефтепродуктами			+		+
Сточные воды ТЭС			+		+
Образование и утилизация шламов на ТЭС					
Образование и утилизация шламов на ТЭС				+	+

Бессточные и малоотходные технологии на ВПУ ТЭС и РТС				
Бессточные и малоотходные технологии на ВПУ ТЭС и РТС				+
Зарубежный опыт создания малоотходных и бессточных технологий				+
Вес КМ:	25	25	25	25

$Общая часть/Для промежуточной аттестации$

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-2	ИД-З$_{ПК-2}$ Проводит расчеты по типовым методикам и расчетным программам, а также проектировать отдельные элементы водоподготовительных установок с использованием средств автоматизированного проектирования	Знать: основное оборудование, необходимое для проведения технологических процессов очистки сточных вод основы малоотходных и бессточных технологий на ТЭС основные физико-химические процессы, относящиеся к водопользованию Уметь: проводить анализ работоспособности технологических схем очистки сточных вод использовать программы обработки экспериментальных данных, полученных на современном оборудовании для оценки,	Водоподведение и водоотведение на ТЭС (Контрольная работа) Сточные воды (Контрольная работа) Образование и утилизация шламов на ТЭС (Контрольная работа) Создание малосточных и бессточных ТЭС (Контрольная работа)

		прогнозирования и оптимизация физико-химических процессов теплоэнергетики и теплотехники	

II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

КМ-1. Водоподведение и водоотведение на ТЭС

Формы реализации: Билеты (письменный опрос)
Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа
Вес контрольного мероприятия в БРС: 25
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, определений, умения проведения расчетов теме "Водоподведение и водоотведение"

Контрольные вопросы/задания:

Знать: основные физико-химические процессы, относящиеся к водопользованию	1.Водоподведение и водоотведение 2.Потребители воды на ТЭС 3.Основные типы сточных вод, их характеристика. Условно-чистые, условно-очищенные и загрязненные сточные воды 4.Влияние сточных вод на поверхностные и подземные воды 5.Нормирование водопотребления и водоотведения

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. Сточные воды

Формы реализации: Билеты (письменный опрос)
Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа
Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

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, определений, умения проведения расчетов по теме «Сточные воды ТЭС»

Контрольные вопросы/задания:

Знать: основы малоотходных и бессточных технологий на ТЭС	1.Сточные воды системы охлаждения оборудования 2.Сточные воды водоподготовительных установок ТЭС 3.Продувочные воды осветлителей 4.Сточные воды кислотных промывок оборудования 5.Сточные воды системы обмывки РВП 6.Сточные воды систем гидрозолоудаления 7.Очистка и утилизация грунтовых, ливневых и талых вод 8.Методы очистки сточной воды от нефтепродуктов 9.Современное оборудование и схемы очистки сточной воды от нефтепродуктов 10.Системы прямоточного охлаждения 11.Системы оборотного охлаждения 12.Продувка систем охлаждения 13.Расход воды в системе гидрозолоудаления 14. Качество продувочных вод в системе гидрозолоудаления

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. Образование и утилизация шламов на ТЭС

Формы реализации: Билеты (письменный опрос)
Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25
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, определений, умения проведения расчетов по теме «Образование и утилизация шламов на ТЭС»

Контрольные вопросы/задания:

Знать: основное оборудование, необходимое для проведения технологических процессов очистки сточных вод	1.Основные типы шламов, образующихся в технологических процессах на ТЭС 2.Обработка, складирование и использование шламов и солей 3.Оборудование для переработки шлама осветлителей 4.Типы и способы утилизации шлама, образующегося после кислотной промывки котельного оборудования 5.Типы и способы утилизации нефтешламов

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. Создание малосточных и бессточных ТЭС

Формы реализации: Билеты (письменный опрос)
Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа
Вес контрольного мероприятия в БРС: 25
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, определений, умения проведения расчетов по теме «Создание малосточных и бессточных ТЭС»

Контрольные вопросы/задания:

Уметь: использовать программы обработки экспериментальных данных, полученных на современном оборудовании для оценки, прогнозирования и оптимизация физико-химических процессов теплоэнергетики и теплотехники	1.Привести примеры бессточных и малосточные технологии на ВПУ 2.Мировой опыт создания малосточных и бессточных ТЭС, привести примеры используемых схем 3.Изобразить схематично и объяснить использование новейших технологий при проектировании энергетических объектов 4.Требуется определить среднегодовые нормы водоподведения, водоотведения и переданной воды Na-катионитной установки подготовки умягченной воды для подпитки теплосети на ТЭС мощностью N=230 МВт и отпуском тепла Q=1894 ГДж/ч. Основное топливо бурый уголь, удельный расход топлива на отпущенную электроэнергию (b_э) – 40.5 кг/ГДж. Производительность ВПУ G_ум = 500 м^3/ч, расход сточных вод составляет G_ст=4.8 м^3/ч 5.Требуется определить нормы водоподведения, водоотведения и переданной воды оборотной системы гидрозолоудаления (ГЗУ) ТЭС. Общий расход воды на удаление золы и шлака G_ГЗУ составляет 1300 м^3/ч, объем природных осадков, поступающих в систему ГЗУ, G_ГЗУ^н=38 м^3/ч. В общий расход воды на удаление золошлаков входят исходная речная вода G_ГЗУ^ив и повторно или последовательно используемая вода G_ГЗУ^пп продувка системы оборотного охлаждения (СОО) G_СОО^пр=117,64 м^3/ч и сточные воды других технологических систем ТЭС G_пр^ст=15,32 м^3/ч. Потери в системе: на испарение: на испарение с золоотвала G_ГЗУ^и=51 м^3/ч, на заполнение пор золошлакового материала G_ГЗУ^г=49 м^3/ч, внутристанционные потери воды G_ГЗУ^вн=52 м^3/ч. Продувка системы гидрозолоудаления G_ГЗУ^пр составляет 200 м^3/ч.
Уметь: проводить анализ работоспособности технологических схем очистки сточных вод	1.Рассказать про опыт создания ВПУ с утилизацией сточных вод на Саранской ТЭЦ-2, изобразить схему 2.Рассказать про опыт создания ВПУ с утилизацией сточных вод на Казанской ТЭЦ-3, изобразить схему 3.Требуется определить нормы водоподведения, водоотведения и переданной воды установки подготовки химически обессоленной воды производительностью G_об=260 м^3/ч. Расход сточных вод составил G_СТ=20 м^3/ч. Производительность обессоливающей установки определяется потерями пара и конденсата на ТЭС и потерями конденсата у внешних потребителей тепла G_пер в количестве 235 м^3/ч

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4
Нижний порог выполнения задания в процентах: 60
Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто, выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3
Нижний порог выполнения задания в процентах: 50
Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

Оценка: 2
Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

3 семестр

Форма промежуточной аттестации: Зачет с оценкой

Пример билета

1.Основные типы сточных вод на ТЭС, их характеристики.
2. Методы очистки сточной воды от нефтепродуктов.
3. Задача. Определить размер продувки системы оборотного охлаждения, стабилизирующей циркуляционную воду при следующих условиях: Жо=3,0 мг-экв/л; Жк=2,2 мг-экв/л; ОК=16мгО2/л; Рун=0,5; t=42оС;
Снижение температуры в градирне происходит на 12 градусов.

Процедура проведения

Зачет проводится по билетам. В каждый билет включено два теоретических вопроса и одна задача. Время на подготовку 30 минут.

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

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

Вопросы, задания

1.Водоподведение и водоотведение. Потребители воды на ТЭС
2.Основные типы сточных вод, их характеристика
3.Сточные воды системы охлаждения оборудования. Продувка систем охлаждения
4.Основные источники загрязнения воды нефтепродуктами на ТЭС
5.Основные типы шламов, образующихся в технологических процессах на ТЭС
6.Оборудование для переработки шлама
7.Бессточные и малоотходные технологии на ВПУ
8.Использование новейших технологий при проектировании энергетических объектов.

Материалы для проверки остаточных знаний

1.Для обработки воды, загрязненной нефтепродуктами используются методы:
Ответы:
1) Отстаивание в баках и нефтеловушках;
2) Очистка на механических и сорбционных фильтрах;
3) Вода не очищается, а подается сразу в цирксистему;
4) Отстаивание в баках, нефтеловушках, обработка во флотаторах, очистка на механических и сорбционных фильтрах(классическая схема).
Верный ответ: 4
2.Можно ли сбрасывать воды после химической промывки или консервации оборудования в природный водоем?
Ответы:
1) Нет. Необходимо произвести отстаивание и разделения шлама и промывочного раствора. Далее проводится нейтрализация промывочного раствора. Шлам вывозится с территории ТЭС;
2) Нет. Все растворы и шлам вывозятся с территории ТЭЦ;

3) Да. Все можно сбрасывать в природный водоем;
4) Необходимо оборудовать специальные установки для каждого котла.
Верный ответ: 1
3.Какой основной принцип должен реализовываться при создании экологичных схем водопользования?
Ответы:
1) Уменьшение сбросных(сточных) вод ТЭС;
2) Увеличение сбросных(сточных) вод ТЭС;
3) Уменьшения количества сбрасываемых со сточными водами примесей;
4) Уменьшение сбросных(сточных) вод и количества сбрасываемых со сточными водами ТЭС примесей.
Верный ответ: 4
4.Перспективным направлением в решении проблем золошлакоудаления можно считать:
Ответы:
1) Переход на систему сухого разделения золы и шлака, которые обладают ценными свойствами как строительные материалы;
2) Обезвоживание продувочных вод ГЗУ известью с образованием осадка;
3) Ежедневная отправка шлама с энергообъекта на шламоотвал;
4) Увеличение объемов золошлаков на золошлашламоотвалах.
Верный ответ: 1
5.Уменьшение сточных вод ВПУ (водоподготовительной установки) можно достичь
Ответы:
1) Применением новых технологий обработки воды: противоточные технологии ионного обмена, мембранные методы (обратный осмос, ультафильтрация), электродиализ;
2) Применением методов магнитной обработки вод ВПУ;
3) Использованием традиционных методов ионного обмена;
4) Применением химических реагентов для обработки воды.
Верный ответ: 1
6.Как можно использовать сточные воды испарительных установок ТЭС, содержащих в своем составе много солей натрия.
Ответы:
1) Для регенерации натрий -катионитных фильтров водоподготовки;
2) Сбросить в природный водоем;
3) Использовать для мойки автотранспорта;
4) Вывезти с территории ТЭС.
Верный ответ: 1
7.Применение шариковой очистки трубок конденсатора способствует
Ответы:
1) Снижению отложений на внутренней стороне трубок конденсатора и лучшему охлаждению конденсата;
2) Улучшению термодинамических процессов;
3) Изменению качества охлаждающей воды;
4) Изменению сточных вод.
Верный ответ: 1
8.Возможна ли подача всех сточных вод ТЭС в теплосеть?
Ответы:
1) Да. Большая экономия воды;
2) Возможно только при условии соблюдения норм на подпиточную воду теплосети, особенно по хлоридам и сульфатам, вызывающим процессы коррозии трубопроводов теплосети;
3) Количество сточной воды может превышать объем подпиточной воды;

4) Необходимо установить приборы теплотехнического контроля на линии подачи воды в теплосеть.

Верный ответ: 2

9.Выберете основные термины по водопотреблению и водоотведению.

Ответы:

1) Безвозвратные потери, продувочная вода, загрязненные сточные воды;
2) Технологии химических промывок оборудования;
3) Противоточные технологии водоподготовки;
4) Шариковая очистка конденсатора.

Верный ответ: 1

10.Какой водой осуществляется подпитка системы оборотного охлаждения?

Ответы:

1) Очищенной на ВПУ;
2) Водопроводной;
3) Водой из природного источника;
4) Сточными водами с ТЭС.

Верный ответ: 3

11.Какие основные пути сокращения водопотребления и водоотведения в системах оборотного охлаждения(цирксистемах) экологически безопасных ТЭС?

Ответы:

1. 1) Использование брызгальных бассейнов;

2) Использование природных водоемов;
3) Использование градирен нового поколения «сухих» градирен и градирен с «каплеуловителями»;
4) Использование магнитного метода обработки воды в системах оборотного охлаждения.

Верный ответ: 3

12.Дайте определение ПДК загрязняющих веществ в воде.

Ответы:

1) Концентрация веществ в воде, превышение которой делает ее непригодной для одного или нескольких видов водопользования.
2) Концентрация веществ в воде, превышение которой делает ее пригодной для одного или нескольких видов водопользования.
3) Концентрация веществ в воде, превышение которой делает ее пригодной для питьевого использования.
4) Концентрация веществ в воде, недопустимая для водоемов культурно-бытового назначения.

Верный ответ: 1

13.Обработка воды системы оборотного водоснабжения на ТЭС реагентами с экологической точки зрения приводит:

Ответы:

1) К увеличению количества сбрасываемых солей в водоемы с продувочными водами;
2) К уменьшению количества сбрасываемых солей в водоемы с продувочными водами;
3) К разработке новых более дорогих химических реагентов для обработки охлаждающей воды;
4) К изменению конструкций оборудования.

Верный ответ: 1

14.Какие типы сточных вод не могут возникать при эксплуатации ТЭС?

Ответы:

1) сточные воды системы охлаждения конденсаторов турбин и другого вспомогательного оборудования;

2) сточные воды с водоподготовительных установок;
3) сточные воды с установок очистки конденсата, блочной обессоливающей установки (БОУ), автономной обессоливающей установки (АОУ), установки очистки возвратного конденсата с производства;
4) ливневые и талые воды с территории ТЭС;
5) сточные воды, содержащие нефтепродукты;
6) хозяйственно-бытовые сточные воды;
7) прямая и обратная вода теплосети.

Верный ответ: 7

15.Какие потери воды существуют в системе оборотного охлаждения?

Ответы:

1) Потери с капельным уносом из градирни;
2) Потери с испарением из градирни;
3) Продувка системы;
4) Потери из градирни с капельным уносом, с испарением, с продувкой системы.

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 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 «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