

**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
Системы химико-технологического мониторинга на ТЭС и АЭС**

**Москва
2023**

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Разработчик

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Егошина О.В.
	Идентификатор	R4905e37a-YegoshinaOV-5d73426

О.В. Егошина

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-1 Способен участвовать в проведении химического мониторинга качества теплоносителя и в организации водно-химического режима энергетического оборудования
- ИД-2 Демонстрирует понимание принципов построения систем химико-технологического мониторинга на объектах энергетики

и включает:

для текущего контроля успеваемости:

Форма реализации: Письменная работа

1. Диагностика ионного состава теплоносителя в системах химико-технологического мониторинга (Контрольная работа)
2. Инженерные расчеты в системах химико-технологического мониторинга (Тестирование)
3. Основные понятия и термины систем химико-технологического мониторинга (Тестирование)
4. Системы управления водным режимом на ТЭС и АЭС (Тестирование)
5. Эксплуатация систем химико-технологического мониторинга (Контрольная работа)

БРС дисциплины

3 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %					
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5
	Срок КМ:	4	7	10	12	14
Основные понятия и термины систем химико-технологического мониторинга						
Системы химико-технологического мониторинга – основные положения. Комплекс технических средств систем химико-технологического мониторинга		+				+
Инженерные расчеты в системах химико-технологического мониторинга						
Инженерные расчеты в системах химико-технологического мониторинга			+			
Диагностика ионного состава теплоносителя в системах химико-технологического мониторинга						
Диагностика ионного состава теплоносителя				+		
Системы управления водным режимом на ТЭС и АЭС						

Системы управления водным режимом на ТЭС и АЭС				+	+
Эксплуатация систем химико-технологического мониторинга					
Эксплуатация систем химико-технологического мониторинга					+
Вес КМ:	15	20	20	20	25

\$Общая часть/Для промежуточной аттестации\$

БРС курсовой работы/проекта

3 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %				
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
	Срок КМ:	6	8	10	14
Разработка системы химико-технологического мониторинга качества воды и пара		+			
Разработка системы управления водно-химическим режимом			+		
Разработка математической модели состава воды по тракту энергоблока				+	
Разработка функциональных схем химико-технологического мониторинга, управления водно-химическим режимом, РПЗ и спецификации					+
Вес КМ:		25	25	25	25

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-2 _{ПК-1} Демонстрирует понимание принципов построения систем химико-технологического мониторинга на объектах энергетики	Знать: основы диагностических расчетов в системах химического контроля и управления водными режимами и работой водоподготовительных установок в теплоэнергетике; методы расчетов состава теплоносителя на основе материальных балансов и ионных равновесий принципы построения систем химико-технологического мониторинга, включая системы управления водными режимами на базе современных математических методов и средств применяемых на тепловых и атомных электростанциях основы и средства	Основные понятия и термины систем химико-технологического мониторинга (Тестирование) Инженерные расчеты в системах химико-технологического мониторинга (Тестирование) Диагностика ионного состава теплоносителя в системах химико-технологического мониторинга (Контрольная работа) Системы управления водным режимом на ТЭС и АЭС (Тестирование) Эксплуатация систем химико-технологического мониторинга (Контрольная работа)

		математического моделирования водно-химических процессов Уметь: проводить самостоятельные исследования в области систем химико-технологического мониторинга качества теплоносителя, оценивать и представлять результаты выполненной работы проводить инженерные расчеты в системах химического контроля и управления водными режимами на различных энергообъектах формулировать цели и задачи исследований при разработке систем химико-технологического мониторинга, выбирать и создавать критерии оценки объемов химического контроля в различных режимах работы энергетического оборудования; формулировать задания на проектирование систем мониторинга, предлагать	
--	--	---	--

		мероприятия по улучшению эксплуатационных характеристик технических средств системы, повышению надежности работы энергетического оборудования в целом	
--	--	--	--

II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

КМ-1. Основные понятия и термины систем химико-технологического мониторинга

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Тестирование

Вес контрольного мероприятия в БРС: 15

Процедура проведения контрольного мероприятия: Продолжительность теста - 35 минут;
Работа выполняется индивидуально

Краткое содержание задания:

Тестирование ориентировано на проверку знаний по разделу “Основные понятия и термины систем химико-технологического мониторинга”

Контрольные вопросы/задания:

Знать: основы и средства математического моделирования водно-химических процессов	1.Как оценить информационную мощность системы химико-технологического мониторинга?
---	--

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. Инженерные расчеты в системах химико-технологического мониторинга

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Тестирование

Вес контрольного мероприятия в БРС: 20

Процедура проведения контрольного мероприятия: Продолжительность тестирования составляет 35 минут; работа выполняется индивидуально студентом по вариантам

Краткое содержание задания:

Тестирование ориентировано на проверку знаний по разделу “Инженерные расчеты в системах химико-технологического мониторинга”

Контрольные вопросы/задания:

Знать: основы диагностических расчетов в системах химического контроля и управления водными режимами и работой водоподготовительных установок в теплоэнергетике; методы расчетов состава теплоносителя на основе материальных балансов и ионных равновесий	1. Как изменится состав пробы питательной воды с дозированием аммиака после Н-катионитового фильтра? а) увеличится концентрация ионов водорода б) уменьшится концентрация ионов хлора в) увеличится концентрация ионов аммония Ответ: а) 2. Выберите правильный ответ и обоснуйте ваш выбор. Сочетания каких показателей качества питательной воды используют в качестве исходных данных для косвенного определения примесей в питательной воде: а) удельная электропроводность пробы питательной воды, удельная электропроводность Н-катионированной пробы б) удельная электропроводность, концентрация ионов натрия в) рН, концентрация аммиака Ответ: а) 3. Что такое ионные равновесия и в чем их отличия в фильтрате Н-катионированной пробы и в пробе до Н-фильтра? 4. Сформулировать основные допущения при расчете косвенных показателей качества питательной воды с добавлением аммиака 5. Алгоритм косвенного расчета органических соединений в перегретом паре котла сверхкритического давления
---	---

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. Диагностика ионного состава теплоносителя в системах химико-технологического мониторинга

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 20

Процедура проведения контрольного мероприятия: Продолжительность контрольной работы составляет 45 минут. Работа выполняется студентом индивидуально по вариантам.

Краткое содержание задания:

Контрольная работа ориентирована на проверку знаний и умений по разделу “Диагностика ионного состава теплоносителя”

Контрольные вопросы/задания:

Уметь: проводить инженерные расчеты в системах химического контроля и управления водными режимами на различных энергообъектах	1. Дано решение динамической математической модели распределения концентрации кремниевой кислоты в котловой воде. Определить значения динамических характеристик математической модели распределения концентрации кремниевой кислоты 2. Определить концентрацию хлоридов в питательной воде на основе математической модели ионных равновесий в питательной воде 3. Дано решение динамической математической модели распределения концентрации ионов натрия в котловой воде. Определить концентрацию натрия в котловой воде
---	---

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. Системы управления водным режимом на ТЭС и АЭС

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Тестирование

Вес контрольного мероприятия в БРС: 20

Процедура проведения контрольного мероприятия: Продолжительность проведения тестирования составляет 35 минут. Работа выполняется индивидуально по вариантам задания

Краткое содержание задания:

Тестирование ориентировано на проверку знаний по разделу “Системы управления водными режимами на ТЭС и АЭС”

Контрольные вопросы/задания:

Знать: принципы построения систем химико-технологического мониторинга, включая системы управления водными режимами на базе современных математических методов и средств применяемых на тепловых и атомных электростанциях	1.Что такое система управления водно-химическим режимом? Из каких технических средств состоит? 2.Выберите правильный ответ и обоснуйте ваш выбор. В системе управления дозированием моноэтаноламина основной регулируемой величиной является: а) расход моноэтаноламина б) концентрация моноэтаноламина в) величина рН Ответ: в) 3.Выберите правильный ответ и обоснуйте ваш выбор. В системе управления дозированием гидразина внутренним возмущающим воздействием является: а) расход гидразина б) концентрация кислорода в) расход питательной воды г) величина рН Ответ: а) 4.Выберите правильный ответ и обоснуйте ваш выбор. В системе управления дозированием фосфатов внутренним возмущающим воздействием является: а) расход фосфатов б) концентрация натрия в) расход питательной воды г) удельная электропроводность Ответ: а) 5.Составьте и опишите структурную схему системы дозирования моноэтаноламина в тракт II контура АЭС
--	---

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-5. Эксплуатация систем химико-технологического мониторинга

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: Продолжительность проведения контрольной работы составляет 45 минут. Работа выполняется студентом индивидуально по вариантам задания

Краткое содержание задания:

Контрольная работа ориентирована на проверку знаний по разделу “Эксплуатация систем химико-технологического мониторинга”

Контрольные вопросы/задания:

Уметь: проводить самостоятельные исследования в области систем химико-технологического мониторинга качества теплоносителя, оценивать и представлять результаты выполненной работы	1.Спроектировать мониторинг пробоотборной точки “питательная вода” для котлов среднего давления 2.Спроектировать мониторинг пробоотборной точки “перегретый пар” для котлов низкого давления 3.Спроектировать мониторинг пробоотборной точки “обессоленная вода” для котлов сверхкритического давления
Уметь: формулировать цели и задачи исследований при разработке систем химико-технологического мониторинга, выбирать и создавать критерии оценки объемов химического контроля в различных режимах работы энергетического оборудования; формулировать задания на проектирование систем мониторинга, предлагать мероприятия по улучшению эксплуатационных характеристик технических средств системы, повышению надежности работы энергетического оборудования в целом	1.Спроектировать мониторинг пробоотборной точки “питательная вода” для котлов сверхкритического давления 2.Спроектировать мониторинг пробоотборной точки “насыщенный пар” для котлов высокого давления

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: Экзамен

Пример билета

1. Источники входной информации СХТМ качества теплоносителей на ТЭС и АЭС
2. Система химико-технологического мониторинга водного теплоносителя на ТЭС с прямоточными котлами
3. Задача

Ионообменный фильтр имеет форму закрытого цилиндра. Найти радиус фильтра так, чтобы при заданном объеме поверхность его была наименьшей

Процедура проведения

Продолжительность подготовки студента после получения билета составляет 1 ч. Экзамен проводится по билетам.

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

1. Компетенция/Индикатор: ИД-2_{ПК-1} Демонстрирует понимание принципов построения систем химико-технологического мониторинга на объектах энергетики

Вопросы, задания

1. Источники входной информации СХТМ
2. Принципы и этапы построения СХТМ
3. Цели и задачи создания СХТМ
4. Структурная схема СХТМ и ее описание
5. Анализ распределения примесей по тракту энергоблока с учетом образования отложений на основе материального баланса по участкам тракта
6. Математическая модель ионных равновесий в конденсате и питательной воде при аммиачном водном режиме. Ионный состав теплоносителя. Основные закономерности и структура математической модели
7. Оценка ионных равновесий в конденсатах при нейтральном водном режиме применительно к энергоблоку с прямоточным котлом. Ионный состав теплоносителя. Основные закономерности и структура математической модели
8. Математическая модель ионных равновесий в котловой воде при фосфатном режиме в барабане котла. Ионный состав теплоносителя. Основные закономерности и структура математической модели
9. Математическая модель ионных равновесий в котловой воде при гидратном режиме в барабане котла. Ионный состав теплоносителя. Основные закономерности и структура математической модели
10. Математическая модель ионных равновесий с учетом наличия органических соединений применительно к энергоблокам с прямоточными котлами. Ионный состав теплоносителя. Основные закономерности и структура математической модели
11. Математическое моделирование ионных равновесий в обессоленной воде применительно к работе Н-катионитных фильтров I ступени

12. Математическая модель двухступенчатого испарения применительно к водной части котла
13. Способы расчета рН и концентрации аммиака с учетом углекислоты и без учета углекислоты
14. Система химико-технологического мониторинга водного теплоносителя на ТЭС с прямоточными котлами
15. Система химико-технологического мониторинга водного теплоносителя на ТЭС с барабанными котлами
16. Система химико-технологического мониторинга водного теплоносителя на АЭС с ВВЭР
17. Система химико-технологического мониторинга водного теплоносителя на парогазовых установках
18. Система химико-технологического мониторинга водного теплоносителя на АЭС с РБМК

Материалы для проверки остаточных знаний

1. Выберите правильный ответ

Проба питательной воды перед котлом поступает на устройство подготовки пробы далее подается на шесть приборов АХК и лабораторный контроль. Какие действия предпринять для обеспечения расхода пробы на каждый прибор не менее 10 л/ч?

Ответы:

- а) увеличить расход охлаждающей воды
- б) убрать после устройства подготовки пробы два прибора АХК
- в) изменить диаметр пробоотборной линии

Верный ответ: б)

2. Выберите правильный ответ

Проба конденсата насыщенного пара после прохождения через устройство подготовки пробы имеет температуру равную 35 °С. Повышенная температура пробы связана с:

Ответы:

- а) отсутствием охлаждающей воды
- б) засорением пробоотборной линии
- в) уменьшением расхода охлаждающей воды

Верный ответ: в)

3. На основании данных автоматического химического контроля в СХТМ выявлено, что общая удельная электропроводимость конденсата за КЭН II ступени больше, чем непосредственно за БОУ. Данный факт говорит, что:

Ответы:

- а) частично открыт байпас БОУ
- б) фильтры БОУ не были выведены вовремя на регенерацию
- в) присутствуют присосы в конденсаторе

Верный ответ: а)

4. Выберите правильные ответы. К элементам устройства подготовки пробы относятся

Ответы:

- а) теплообменник
- б) пробоотборное устройство
- в) дроссель
- г) пробоотборная трубка
- д) штуцер
- е) фильтр
- з) индикатор расхода

Верный ответ: а), в), д), е), з)

5. Выберите правильный ответ. Организация подачи и подготовки пробы относится:

Ответы:

- а) нижнему уровню системы мониторинга
- б) среднему уровню системы мониторинга
- в) верхнему уровню системы мониторинга

Верный ответ: а)

6. В автоматической системе дозирования гидразина внешним возмущающим воздействием является

Ответы:

- а) Расход гидразина
- б) Концентрация кислорода
- в) Расход питательной воды
- г) Величина pH

Верный ответ: в)

7. В автоматической системе дозирования гидразина основной регулируемой величиной является

Ответы:

- а) Расход гидразина
- б) Концентрация кислорода
- в) Расход питательной воды
- г) Величина pH

Верный ответ: б)

8. Выберите правильный ответ. В системе управления дозированием фосфатов внешним возмущающим воздействием является

Ответы:

- а) расход фосфатов
- б) концентрация натрия
- в) расход питательной воды
- г) удельная электропроводность

Верный ответ: в)

II. Описание шкалы оценивания

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "продвинутого" уровня. Ответы даны верно, четко сформулированные особенности практических решений

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "базового" уровня. Большинство ответов даны верно. В части материала есть незначительные недостатки

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "порогового" уровня. Основная часть задания выполнена верно. на вопросы углубленного уровня

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Работа не выполнена или выполнена преимущественно неправильно

III. Правила выставления итоговой оценки по курсу

Прибавление баллов промежуточной аттестации и текущей аттестации для получения итоговой оценки

Для курсового проекта/работы:

3 семестр

Форма проведения: Защита КП/КР

I. Процедура защиты КП/КР

Оценка за курсовую работу определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ»

II. Описание шкалы оценивания

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "продвинутого" уровня. Ответы даны верно, четко сформулированные особенности практических решений

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "базового" уровня. Большинство ответов даны верно. В части материала есть незначительные недостатки

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "порогового" уровня. Основная часть задания выполнена верно. на вопросы углубленного уровня

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Работа не выполнена или выполнена преимущественно неправильно

III. Правила выставления итоговой оценки по курсу

Выставление итоговой оценки осуществляется путем прибавления баллов промежуточной аттестации и защиты курсовой работы