

**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  
2022**

## ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Преподаватель

(должность)

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

(подпись)

О.В.

Егошина

(расшифровка  
подписи)

## СОГЛАСОВАНО:

Руководитель  
образовательной  
программы

(должность, ученая степень, ученое  
звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Шацких Ю.В.
	Идентификатор	R6ca75b8e-ShatskikhYV-f045f12f

(подпись)

Ю.В.

Шацких

(расшифровка  
подписи)

Заведующий  
выпускающей кафедры

(должность, ученая степень, ученое  
звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Орлов К.А.
	Идентификатор	R24178de8-OrlovKA-0ab64072

(подпись)

К.А. Орлов

(расшифровка  
подписи)

## 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-2ПК-1 Демонстрирует понимание принципов построения систем химико-технологического мониторинга на объектах энергетики	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 основы и средства математического моделирования водно-химических процессов основы диагностических расчетов в системах химического контроля и управления водными режимами и работой водоподготовительных установок в теплоэнергетике; методы расчетов состава	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)

		<p>теплоносителя на основе материальных балансов и ионных равновесий</p> <p>Уметь:</p> <p>проводить самостоятельные исследования в области систем химико-технологического мониторинга качества теплоносителя, оценивать и представлять результаты выполненной работы</p> <p>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;</p> <p>формулировать задания на проектирование систем мониторинга, предлагать мероприятия по улучшению эксплуатационных характеристик технических средств системы, повышению</p>	
--	--	---	--

		надежности работы энергетического оборудования в целом проводить инженерные расчеты в системах химического контроля и управления водными режимами на различных энергообъектах	
--	--	---	--

## **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

### **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	1. Как изменится состав пробы питательной воды с дозированием аммиака после Н-катионитового
---	---

<p>химического контроля и управления водными режимами и работой водоподготовительных установок в теплоэнергетике; методы расчетов состава теплоносителя на основе материальных балансов и ионных равновесий</p>	<p>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</p>
---	--

**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*

**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:**

<p>Уметь: проводить инженерные расчеты в системах химического контроля и управления водными режимами на различных энергообъектах</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Дано решение динамической математической модели распределения концентрации кремниевой кислоты в котловой воде. Определить значения динамических характеристик математической модели распределения концентрации кремниевой кислоты</li> <li>2. Определить концентрацию хлоридов в питательной воде на основе математической модели ионных равновесий в питательной воде</li> <li>3. Дано решение динамической математической модели распределения концентрации ионов натрия в котловой воде. Определить концентрацию натрия в котловой воде</li> </ol>
--	---

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

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

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто, выбрано верное направление для решения задач*

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено*

**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:**

<p>Знать: принципы построения систем химико-технологического мониторинга, включая системы управления водными режимами на базе</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Что такое система управления водно-химическим режимом? Из каких технических средств состоит?</li> <li>2. Выберите правильный ответ и обоснуйте ваш выбор. В системе управления дозированием моноэтаноламина основной регулируемой величиной</li> </ol>
---	--

<p>современных математических методов и средств применяемых на тепловых и атомных электростанциях</p>	<p>является:  а) расход моноэтаноламина  б) концентрация моноэтаноламина  в) величина рН</p> <p>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</p> <p>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</p> <p>Ответ: а)  5.Составьте и опишите структурную схему системы дозирования моноэтаноламина в тракт II контура АЭС</p>
---	--

**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*

**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:**

<p>Уметь: проводить самостоятельные исследования в области систем химико-технологического мониторинга качества теплоносителя, оценивать и представлять результаты выполненной работы</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.Спроектировать мониторинг пробоотборной точки “питательная вода” для котлов среднего давления</li> <li>2.Спроектировать мониторинг пробоотборной точки “перегретый пар” для котлов низкого давления</li> <li>3.Спроектировать мониторинг пробоотборной точки “обессоленная вода” для котлов сверхкритического давления</li> </ol>
<p>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</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.Спроектировать мониторинг пробоотборной точки “питательная вода” для котлов сверхкритического давления</li> <li>2.Спроектировать мониторинг пробоотборной точки “насыщенный пар” для котлов высокого давления</li> </ol>

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

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

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

# 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-2ПК-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 рН

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 рН

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

### ***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

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

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