

**Министерство науки и высшего образования РФ**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования**  
**«Национальный исследовательский университет «МЭИ»**  
**Филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Волжском**

---

Направление подготовки: 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Наименование образовательной программы: Теплоэнергетические системы и цифровые технологии,

Уровень образования: бакалавриат

Форма обучения: очная

**Рабочая программа дисциплины**  
**ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АППАРАТЫ**  
**И ХИМИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ ТЕПЛОНОСИТЕЛЕЙ**

<b>Блок</b>	<b>Блок 1 «Дисциплины (модули)»</b>
<b>Часть образовательной программы</b>	<b>Формируемая участниками образовательных отношений</b>
<b>Индекс дисциплины по учебному плану</b>	<b>Б1.В.14</b>
<b>Трудоемкость в зачетных единицах</b>	<b>6 семестр - 3</b>
<b>Часов (всего) по учебному плану</b>	<b>6 семестр - 108</b>
<b>Лекции</b>	<b>6 семестр - 16 часов</b>
<b>Практические занятия</b>	<b>учебным планом не предусмотрены</b>
<b>Лабораторные работы</b>	<b>6 семестр - 16 часов</b>
<b>Консультации по курсовому проекту/ работе</b>	<b>учебным планом не предусмотрены</b>
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>6 семестр - 40 часов</b>
<b>включая:</b> <b>РГР</b>	<b>6 семестр - 16 часов</b>
<b>Промежуточная аттестация:</b> <b>экзамен</b>	<b>6 семестр – 2,5 часа</b>
<b>Контроль:</b> <b>экзамен</b>	<b>6 семестр - 33,5 часа</b>

**ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:**

Профессор кафедры ТЭ и ТТ, к.т.н.,  
(должность, ученая степень, ученое звание)

  
(подпись)

М.В. Одоевцева  
(расшифровка подписи)

Заведующий кафедрой ТЭиТТ  
(название кафедры)

  
(подпись)

М.М. Султанов  
(расшифровка подписи)

Руководитель образовательной программы Теплоэнергетические системы и цифровые технологии

Доцент кафедры ТЭиТТ,  
к.т.н., доцент  
(должность, ученая степень, ученое звание)

  
(подпись)

М.М. Султанов  
(расшифровка подписи)

**СОГЛАСОВАНО:**

Заведующий кафедрой ТЭиТТ  
(название кафедры)

  
(подпись)

М.М. Султанов  
(расшифровка подписи)

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины:** состоит в изучении методов и средств химического контроля качества воды, пара, конденсата на ТЭС и АЭС в зависимости от ВХР объектов с изучением теоретических основ физико-химических методов анализа и современных приборов ХК.

**Задачи дисциплины:**

- изучение процессов, лежащих в основе химических и физико-химических методов анализа;
- освоение приборов и оборудования, применяемых при химическом контроле;
- приобретение навыков обоснования выбора конкретных методов анализа и методик для различных объектов контроля и вида теплоносителя.
- выполнение аналитических определений показателей качества теплоносителей.

Формируемые у обучающегося **компетенции** и запланированные **результаты обучения** дисциплине, соотнесенные с **индикаторами достижения компетенций**:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
ОПК-3 Способен демонстрировать применение основных способов получения, преобразования, транспорта и использования теплоты в теплотехнических установках и системах	ОПК- 3.7. Применяет знания основ теплообмена в теплотехнических установках	<b>знать:</b> –основы химических и физико-химических методов анализа; –устройство приборов и оборудования, применяемых в химическом анализе; –технологические процессы на объектах анализа; <b>уметь:</b> –выбирать метод и методику анализа показателя качества теплоносителя;– определять тип прибора и оборудования для выполнения анализа –выполнять анализ и оценить полученные результаты; - планировать и участвовать в проведении плановых испытаний технологического оборудования.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина базируется на дисциплинах: «Высшая математика», «Физика», «Теоретическая механика».

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при изучении следующих дисциплин: «Тепловые электрические станции(профиль 1)», «Котельные установки (профиль 1)», при выполнении выпускной квалификационной работы.

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 3.1. Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц, 108 часов.

№ п/п	Раздел дисциплины. Форма промежуточной аттестации (по семестрам)	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы								Содержание самостоятельной работы (с указанием № источника по п. 5.1 и страниц в нем)	
				Контактная						СР	Контроль		
				Лек	Пр	Лаб	КПР	ИККП	ПА				
1	Пароконденсатный тракт ТЭС как объект химического контроля	18	6	4	–	4	–	–	–	10	–	Изучение теоретического и практического материала: [1], стр. 6-7.  Выполнение домашнего задания: [2], стр. 4 -24.	
2	Классификация методов химического контроля, процессы и реакции, лежащие в основе методов	18	6	4	–	4	–	–	–	10	–	Изучение теоретического и практического материала: [1], стр. 17-25. Выполнение домашнего задания: [2], стр.25-44	
3	Отбор проб и химический контроль за водами различного состава	18	6	4	–	4	–	–	–	10	–	Изучение теоретического и практического материала: [1],стр. 17-22 Выполнение домашнего задания: [2], стр.36-74	
4	Обработка результатов измерений.	18	6	4	–	4	–	–	–	10	–	Изучение теоретического и практического материала: [1], стр. 25-30 Выполнение домашнего задания: [2], 64-65	
5	РГР									16			
	Экзамен	36	6	–	–	–	–	–	2,5	–	33,5	Экзамен проводится в устной форме по билетам согласно программе экзамена	
	Итого за семестр	108	6	16	–	16	–	–	2,5	40	33,5		

Примечание: Лек – лекции; Пр – практические занятия; Лаб – лабораторные работы; КПР – аудиторные консультации по курсовым проектам/работам; ИККП – индивидуальные консультации по курсовым проектам/работам; ПА – промежуточная аттестация; СР – самостоятельная работа студента.

### 3.2. Краткое содержание разделов

#### 6 семестр

##### 1. Пароконденсатный тракт ТЭС как объект химического контроля

Принципиальные тепловые схемы ТЭС и АЭС, источники появления примесей в теплоносителе. Установки подготовки воды - как объект химического контроля. Назначение установок подготовки добавочной воды, БОУ, установки очистки конденсата АЭС.

##### 2. Классификация методов химического контроля, процессы и реакции, лежащие в основе методов

Весовой метод анализа: теоретические основы, условия выполнения, источники ошибок, примеры весовых определений. Объёмные методы анализа: теоретические основы методов, условия определений, индикаторы, примеры. Фотометрические методы анализа: фотоколориметрия, атомная абсорбция, фотометрия пламени, нефелометрия, турбидиметрия. Электрохимические методы анализа: кондуктометрия, потенциометрия, (рН-метрия и ионометрия), амперометрия.

##### 3. Отбор проб и химический контроль за водами различного состава

Методы получения представительной пробы. Пробоотборные зонды. Роль материала и длины импульсных линий. Устройство подготовки пробы для химического анализа. Химический контроль за питательной водой и её составляющими. Нормативы и контролируемые показатели. Объём химического контроля за питательной и химобессоленной водой, за конденсатами. Химический контроль за котловой водой, охлаждающей водой и за присосом охлаждающей воды в конденсаторах. Химический контроль за стадиями водоподготовки: коагуляция, известкование, механическое фильтрование, натрий-, Н- и ОН-ионирование.

##### 4. Обработка результатов измерений

Статическая и динамическая погрешность. Метрологические характеристики методик анализа и приборов для их выполнения.

### 3.3. Темы практических занятий

Учебным планом не предусмотрены.

### 3.4. Темы лабораторных работ

#### 6 семестр

1. Фотометрическое определение железа с сульфосалициловой кислотой (4 часа)
2. Потенциометрическое определение величины рН раствора (4 часа).
3. Измерение общей и катионитной электропроводимости воды (4 часа).
4. Изучение методики определения концентрации растворённого кислорода с помощью мембранного кислородомера (4 часа).

### 3.5. РГР

Схема химического контроля одного из показателей теплоносителя.

### 3.6. Тематика курсовых проектов/курсовых работ

Курсовой проект/курсовая работа учебным планом не предусмотрены.

### 3.7. Соответствие разделов дисциплины и формируемых в них компетенций

Запланированные результаты обучения по дисциплине (в соответствии с разделом 1)	Коды индикаторов	Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.3.1) 6 семестр					Оценочное средство (тип и наименование)
		1	2	3	4	5	
<b>Знать:</b>							
основы химических и физико-химических методов анализа;	ИД-1 <sub>ОПК-3.7.</sub>	X					Тест «Нормы качества воды и пара в теплоэнергетике по РД «Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации»»
устройство приборов и оборудования, применяемых в химическом анализе;	ИД-1 <sub>ОПК-3.7.</sub>		X				Тест «Фотоколориметрический метод анализа»
технологические процессы на объектах анализа	ИД-1 <sub>ОПК-3.7.</sub>			X			Тест «Электрохимические методы анализа теплоносителей»
<b>Уметь:</b>							
выбирать метод и методику анализа показателя качества теплоносителя	ИД-1 <sub>ОПК-3.7.</sub>	X					Отчет лабораторной работы №1
определять тип прибора и оборудования для выполнения анализа	ИД-1 <sub>ОПК-3.7.</sub>		X				Отчет лабораторной работы №2
выполнять анализ и оценить полученные результаты	ИД-1 <sub>ОПК-3.7.</sub>			X			Отчет лабораторной работы №3
планировать и участвовать в проведении плановых испытаний технологического оборудования	ИД-1 <sub>ОПК-3.7.</sub>				X		Отчет лабораторной работы №4 Расчетное задание-Схема химического контроля одного из показателей теплоносителя

#### **4. КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

##### **4.1. Текущий контроль успеваемости по дисциплине:**

###### **6 семестр**

– тестирование:

1. Нормы качества воды и пара в теплоэнергетике по РД «Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации».
2. Фотоколориметрический метод анализа.
3. Электрохимические методы анализа теплоносителей.

– защиты лабораторных работ:

1. лабораторной работы № 1.
2. лабораторной работы № 2.
3. лабораторной работы № 3.
4. лабораторной работы № 4.

– расчетное задание-Схема химического контроля одного из показателей теплоносителя.

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

##### **4.2. Промежуточная аттестация по дисциплине (части дисциплины):**

###### **6 семестр**

Экзамен.

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов филиала НИУ «МЭИ» в г. Волжском на основании семестровой и экзаменационной составляющих.

В приложение к диплому выносится оценка за 6 семестр.

**Примечание:** Оценочные материалы по дисциплине приведены в фонде оценочных материалов ОПОП.

#### **5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

##### **5.1. Печатные и электронные издания:**

1. **Егошина, О. В.** Системы химико-технологического мониторинга : учебное пособие по курсам "Химический контроль теплоносителей", "Принципы эффективного управления технологическими процессами в теплоэнергетике, теплотехнике и теплотехнологиях" / **О. В. Егошина, Нац. исслед. ун-т "МЭИ"**. – М. : Изд-во МЭИ, 2013 . – 48 с. – URL: [https://elib.mpei.ru/action.php?kt\\_path\\_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=5006](https://elib.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=5006) . - ISBN 978-5-7046-1401-2 .
2. **Егошина, О. В.** Изучение электрохимических методов измерения показателей качества воды и методики калибровки автоматических анализаторов химического контроля. Сборник лабораторных работ: Учебное пособие / О.В. Егошина и др. – М.: Издательство МЭИ, 2016.- 104 с.– URL:<https://elib.mpei.ru/browse.php?fFolderId=266> ISBN 978-5-7046-1741-9
3. **Гончарова Л.К., Гончаров Ю.А.** Химические и физико-химические методы анализа. Часть I. Гравиметрия и титриметрия. Волжский, ВФ МЭИ, 2009.

## **5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:**

Microsoft Word, Microsoft Excel, Power Point.

## **5.3. Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационные справочные системы:**

Университетская информационная система «РОССИЯ» <https://uisrussia.msu.ru>  
Справочно-правовая система «Консультант+» <http://www.consultant-urist.ru>  
Справочно-правовая система «Гарант» <http://www.garant.ru>  
Базаданных Web of Science <https://apps.webofknowledge.com/>  
База данных Scopus <https://www.scopus.com>  
Портал открытых данных Российской Федерации <https://data.gov.ru>  
База открытых данных Министерства труда и социальной защиты РФ <https://rosmintrud.ru/opendata>  
База данных Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU <https://elibrary.ru/>  
База данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ <http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/>  
Базы данных Министерства экономического развития РФ <http://www.economy.gov.ru>  
База открытых данных Росфинмониторинга <http://www.fedsfm.ru/opendata>  
Электронная база данных «Издательство Лань» <https://e.lanbook.com>  
Федеральная государственная информационная система «Национальная электронная библиотека» <https://нэб.рф>  
Национальный портал онлайн обучения «Открытое образование» <https://openedu.ru>  
Электронная база данных "Polpred.com Обзор СМИ" <https://www.polpred.com>  
Официальный сайт Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии <http://protect.gost.ru/>  
Электронная библиотека МЭИ <https://ntb.mpei.ru/e-library/index.php>.

## **6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Лекционные, практические и лабораторные занятия проводятся лаборатории Химических технологий им. 150-летия периодической системы химических элементов Д.И. Менделеева. В аудиторной части этой лаборатории снабженна оборудованием для показа обучающих материалов, средствами звуковоспроизведения, доской аудиторной, оборудованием для представления презентаций (плазменная панель, персональный компьютер).

Лабораторная часть оснащена:

- аквадистиллятор электрический;
- весы аналитические;
- весы технические;
- шкаф сушильный;
- кондуктометр;
- иономер лабораторный;
- мешалки магнитные;
- шкаф вытяжной;
- стол титровальный;
- кислородомер;
- тестовые установки обратного осмоса и станции химической очистки мембран;
- стенд для определения индекса SDI.

**БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Химико-технологические аппараты и химический контроль теплоносителей**  
(название дисциплины)

**6 семестр**

**Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:**

- КМ-1 Тест1 Нормы качества воды и пара в теплоэнергетике по РД «Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации»
- КМ-2 Тест2 «Фотоколориметрический метод анализа»
- КМ-3 защиты лабораторной работы № 1.
- КМ-4 защиты лабораторной работы № 2.
- КМ-5 защиты лабораторной работы № 3.
- КМ-6 защиты лабораторной работы № 4.

- КМ-7 расчетные задания- Схема химического контроля одного из показателей теплоносителя

**Потерян тест Электрохимические методы анализа теплоносителей**

**Вид промежуточной аттестации – экзамен.**

Трудоемкость дисциплины = 3 з.е.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5	КМ-6	КМ-7	экзамен
1	Пароконденсатный тракт ТЭС как объект химического контроля		+			+				+
2	Классификация методов химического контроля, процессы и реакции, лежащие в основе методов			+			+			+
3	Отбор проб и химический контроль за водами различного состава				+			+		+
4	Обработка результатов измерений.								+	+
	Минимальный балл за КМ		5	5	5	5	5	5	10	20
	Максимальный балл за КМ		6	6	6	10	10	10	18	40