

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

---

Направление подготовки/специальность: 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Наименование образовательной программы: Технология воды и топлива на ТЭС и АЭС

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная


**Рабочая программа дисциплины**  
**ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В ЭНЕРГЕТИКЕ**

<b>Блок:</b>	<b>Блок 1 «Дисциплины (модули)»</b>
<b>Часть образовательной программы:</b>	<b>Часть, формируемая участниками образовательных отношений</b>
<b>№ дисциплины по учебному плану:</b>	<b>Б1.Ч.05.06</b>
<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>	7 семестр - 5; 8 семестр - 7; всего - 12
<b>Часов (всего) по учебному плану:</b>	432 часа
<b>Лекции</b>	7 семестр - 48 часа; 8 семестр - 42 часа; всего - 90 часов
<b>Практические занятия</b>	7 семестр - 16 часов; 8 семестр - 28 часа; всего - 44 часа
<b>Лабораторные работы</b>	7 семестр - 32 часа; 8 семестр - 14 часов; всего - 46 часа
<b>Консультации</b>	7 семестр - 2 часа; 8 семестр - 16 часов; всего - 18 часов
<b>Самостоятельная работа</b>	7 семестр - 81,5 часа; 8 семестр - 147,2 часа; всего - 228,7 часа
<b>в том числе на КП/КР</b>	не предусмотрено учебным планом
<b>Иная контактная работа</b>	8 семестр - 4 часа;
<b>включая:</b> <b>Контрольная работа</b> <b>Коллоквиум</b>	
<b>Промежуточная аттестация:</b>	
<b>Экзамен</b>	7 семестр - 0,5 часа;
<b>Экзамен</b>	8 семестр - 0 часов;
<b>Защита курсовой работы</b>	8 семестр - 0,8 часа; всего - 1,3 часа

**Москва 2023**

**ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:**


Преподаватель

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Морыганова Ю.А.
	Идентификатор	R65b2163a-MoryganovaYA-ce24f6a

Ю.А.  
Морыганова


**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

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины:** изучение физико-химических свойств теплоносителя, методов определения качества теплоносителя на ТЭС, физико-химических процессов получения обессоленной воды

### Задачи дисциплины

- ознакомление студентов с основными показателями качества теплоносителя и современными методами исследования свойств теплоносителя ТЭС и АЭС;
- ознакомление студентов с физико-химическими процессами технологии получения добавочной воды энергоустановок.

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

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
ПК-3 Способен участвовать в организации химического контроля качества воды и поддержании требуемого химического режима на объектах энергетики	ИД-2ПК-3 Владеет современными методами проведения химического анализа, методиками расчета расходов материалов и реагентов	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- инструментальные методы химического анализа;</li><li>- химические и физико-химические процессы при подготовке добавочной воды на ТЭС;</li><li>- взаимосвязь между составом и свойствами водных растворов;</li><li>- основные показатели качества теплоносителя и способы их определения;</li><li>- методики технологического расчета в процессах водоподготовки.</li></ul> <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- оценивать показатели качества воды и результаты химических процессов;</li><li>- принимать технологические решения при проектировании и эксплуатации установок подготовки добавочной воды на ТЭС;</li><li>- проводить технические расчеты параметров теплоносителя;</li><li>- проводить химический анализ по указанной методике.</li></ul>

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Технология воды и топлива на ТЭС и АЭС (далее – ОПОП), направления подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника, уровень образования: высшее образование - бакалавриат.

Требования к входным знаниям и умениям:

- знать основные положения химии
- уметь работать в химической лаборатории

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при выполнении выпускной квалификационной работы.

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 3.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 12 зачетных единиц, 432 часа.

№ п/п	Разделы/темы дисциплины/формы промежуточной аттестации	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы										Содержание самостоятельной работы/ методические указания
				Контактная работа							СР			
				Лек	Лаб	Пр	Консультация		ИКР		ПА	Работа в семестре	Подготовка к аттестации /контроль	
КПР	ГК	ИККП	ТК											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	Теоретические основы методов химического анализа	19.5	7	8	-	4	-	-	-	-	-	7.5	-	<p><b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b> Проработка лекции</p> <p><b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> ознакомление с ходом лабораторной работы, подготовка к защите лабораторных работ</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [4], стр. 204-209</p>
1.1	Теоретические основы методов химического анализа	19.5		8	-	4	-	-	-	-	-	7.5	-	
2	Аналитические реакции	42		18	8	4	-	-	-	-	-	12	-	<p><b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Аналитические реакции" материалу.</p> <p><b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы</p> <p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Аналитические реакции"</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [3], стр. 5-9, 13-15 [4], стр. 14-17, 71-76, 149-152, 210-242</p>
2.1	Аналитические реакции	42		18	8	4	-	-	-	-	-	12	-	
3	Методы количественного	35		8	12	4	-	-	-	-	-	11	-	<p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Методы</p>

	определения макрокомпонентов												количественного определения макрокомпонентов"	
3.1	Методы количественного определения макрокомпонентов	35		8	12	4	-	-	-	-	-	11	-	<b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> Для выполнения заданий по лабораторным работам необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Методы количественного определения макрокомпонентов" материалу. <b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [3], стр. 9-33
4	Физико-химические методы анализа	47.5		14	12	4	-	-	-	-	-	17.5	-	<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Физико-химические методы анализа"
4.1	Физико-химические методы анализа	47.5		14	12	4	-	-	-	-	-	17.5	-	<b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Физико-химические методы анализа" материалу. <b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [2], стр. 41-69, 75-92
	Экзамен	36.0		-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5	
	Всего за семестр	180.0		48	32	16	-	2	-	-	0.5	48.0	33.5	
	Итого за семестр	180.0		48	32	16	2	-	-	-	0.5	81.5		
5	Показатели качества воды и методы их	32.5	8	6	2	4	-	-	-	-	-	20.5	-	<b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Показатели



													коагуляции и осаждения" материалу. <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], стр.48-61 [2], стр. 205-212
8	Теоретические основы физико-химических методов очистки воды	84.5	24	4	16	-	-	-	-	-	40.5	-	<b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Теоретические основы физико-химических методов очистки воды" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях
8.1	Теоретические основы физико-химических методов очистки воды	84.5	24	4	16	-	-	-	-	-	40.5	-	<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Теоретические основы физико-химических методов очистки воды" <b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Теоретические основы физико-химических методов очистки воды" материалу. <b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], стр.94-99, 104-138, 182-186, 239-250 [2], стр. 132-165
	Экзамен	35.5	-	-	-	-	2	-	-	-	-	33.5	
	Курсовая работа (КР)	18.8	-	-	-	14	-	4	-	0.8	-	-	
	Всего за семестр	252.0	42	14	28	14	2	4	-	0.8	113.7	33.5	
	Итого за семестр	252.0	42	14	28	16		4		0.8		147.2	
	<b>ИТОГО</b>	<b>432.0</b>	-	<b>90</b>	<b>46</b>	<b>44</b>	<b>18</b>	<b>4</b>		<b>1.3</b>		<b>228.7</b>	

**Примечание:** Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПр – аудиторные консультации по курсовым проектам/работам; ИККП – индивидуальные консультации по курсовым проектам/работам; ГК- групповые консультации по разделам



дисциплины; СР – самостоятельная работа студента; ИКР – иная контактная работа; ТК – текущий контроль; ПА – промежуточная аттестация

### 3.2 Краткое содержание разделов

#### 1. Теоретические основы методов химического анализа

##### 1.1. Теоретические основы методов химического анализа

Классификация методов анализа. Стадии аналитического процесса. Выбор метода анализа. Классификация реактивов. Погрешности химического анализа. Обработка результатов измерения. Систематические и случайные погрешности. Выявление погрешностей. Оценка результатов анализа. Растворы. Закон эквивалентов. Единицы количества вещества. Молярная масса эквивалентов вещества. Концентрация в системе СИ. Внесистемные способы выражения концентраций. Закон эквивалентов. Связь между собой разных способов выражения концентраций. Химические свойства растворителей. Сольватация, Условия химического равновесия. Константа химического равновесия. Расчеты химического равновесия. Жидкие растворы. Факторы, влияющие на равновесие в реальных системах. Учет электростатических взаимодействий. Активность. Коэффициенты активности. Учет химических взаимодействий.  $\square$ -Коэффициенты. Реальные и условные константы равновесия. Расчеты химических равновесий в реальных системах. Диссоциация. Сильные и слабые электролиты. Основные положения и выводы из теории Дебая-Гюккеля. . Степень диссоциации..

#### 2. Аналитические реакции

##### 2.1. Аналитические реакции

Классификация аналитических реакций. Протолитическая теория Бренстеда и Лоури. Сила кислот и оснований. Классификация растворителей. Расчет рН кислот, оснований и амфолитов. Растворы многопротонных кислот и многоосновных оснований. Буферные системы. Расчеты буферных систем. Понятие буферной емкости. Гидролиз. Расчет рН гидролизующихся солей. Состояние гидролитического равновесия. Смещение гидролитического равновесия. Гидролиз кислых солей многоосновных кислот. Труднорастворимые электролиты. Произведение растворимости. Растворимость. Факторы, влияющие на растворимость. Комплексные соединения. Номенклатура комплексных соединений. Равновесия реакций комплексообразования. Окислительно-восстановительные реакции. Уравнение Нернста. Влияние химических взаимодействий на потенциал. Константы равновесия окислительно-восстановительных реакций..

#### 3. Методы количественного определения макрокомпонентов

##### 3.1. Методы количественного определения макрокомпонентов

Основные понятия титриметрического (объемного) метода анализа. Классификация титриметрических методов анализа. Способы титрования. Расчет результатов титриметрического анализа. Индикаторные системы. Кислотно-основное титрование. Индикаторы метода кислотно-основного титрования. Кривые кислотно-основного титрования. Факторы, влияющие на скачек титрования. Выбор индикатора в кислотно-основном титровании и индикаторные погрешности. Окислительно-восстановительное титрование. Классификация и условия проведения окислительно-восстановительного титрования. Перманганатометрическое титрование. Комплексонометрическое титрование. Равновесия в водных растворах ЭДТУК. Индикаторы комплексонометрии. Осадительное титрование. Аргентометрия. Механизм действия адсорбционных индикаторов..

#### 4. Физико-химические методы анализа

##### 4.1. Физико-химические методы анализа

Классификация методов. Кондуктометрический анализ (кондуктометрия). Принцип метода и основные понятия. Удельная и эквивалентная электропроводности растворов электролитов. Релаксационный и электрофоретический эффекты. Кондуктометрическое титрование. Потенциометрический анализ. Принцип метода. Электрохимические элементы и цепи, их обратимость. Типы электродов, используемых в потенциометрии, их строение. Потенциометрическое титрование. Диаграммы Пурбэ, правила их построения. Количественный фотометрический анализ. Основной закон светопоглощения. Методы нахождения концентраций определяемого вещества. Чувствительность и погрешность фотометрического анализа..

## 5. Показатели качества воды и методы их определения

### 5.1. Показатели качества воды и методы их определения

Поступление примесей в воду. Характеристики примесей природных вод. Показатели качества воды. Химические процессы методик определения показателей качества воды титрованием..

## 6. Органические соединения в теплоэнергетике

### 6.1. Органические соединения в теплоэнергетике

Основные понятия и определения органической химии. Классификация органических соединений. Типы органических реакций. Классификация органических соединений по функциональным группам. Высокомолекулярные соединения. Поступление органических соединений в пароводяной тракт энергоблока ТЭС. Распределение органических примесей по тракту теплоносителя. Термолитиз органических веществ в воде и выход в пар продуктов деструкции..

## 7. Теоретические основы предварительной очистки воды методами коагуляции и осаждения

### 7.1. Теоретические основы предварительной очистки воды методами коагуляции и осаждения

Коллоидные состояния вещества. Строение мицеллы. Физико-химические основы процесса коагуляции. Механизм коагуляции золью электролитами. Свойства коагулянтов, применяемых в теплоэнергетике. Факторы, влияющие на процесс коагуляции. Физико-химические процессы флокуляции. Подбор дозы коагулянта и флокулянта. Химическое осаждение, физико-химические основы процесса известкования. Основные факторы, влияющие на процесс известкования..

## 8. Теоретические основы физико-химических методов очистки воды

### 8.1. Теоретические основы физико-химических методов очистки воды

Теоретические основы работы осветлительных фильтров. Технологические характеристики фильтрующего материала. Технология очистки воды на насыпных и намывных осветлительных фильтрах. Конструкции насыпных и намывных осветлительных фильтров. Иониты. Общие понятия и определения. Способы получения. Строение ионитов и классификация. Физико-химические основы ионного обмена. Закономерности ионного обмена в статических условиях. Технологические показатели и характеристики: механическая прочность, осмотическая стабильность, насыпная масса, пористость, обменная емкость. Потеря ионитами обменной емкости. Показатели качества исходной воды, влияющие на обменную емкость ионитов. Химические и практические основы работы и

регенерации ионитных фильтров. Физико-химические основы работы декарбонизатора. Физико-химические основы термического метода обессоливания воды. Схема водоподготовки..

### 3.3. Темы практических занятий

1. Построение кривых титрования. Выбор индикатора и расчеты индикаторных погрешностей;
2. Расчет равновесий в системе осадок-раствор;
3. Расчёты в процессах гидролиза. Буферные системы;
4. Расчёт рН растворов кислот и оснований;
5. Расчёты в титриметрическом методе анализа;
6. Расчет ионных равновесий в природной воде.;
7. Технологический расчет ионитных фильтров;
8. Расчеты в органической химии;
9. Технологический расчет декарбонизатора и осветлителя;
10. Расчет процессов нейтрализации сточных вод;
11. Расчеты процессов известкования и коагуляции;
12. Способы выражения концентраций растворов. Закон эквивалентов;
13. Расчеты в потенциометрии;
14. Расчеты при определении показателей качества воды;
15. Расчеты в кондуктометрии.

### 3.4. Темы лабораторных работ

1. Удаление из воды органических примесей методом коагулирования;
2. Исследование процессов известкования;
3. Исследование сорбционных процессов.;
4. Определение концентрации ионов хлора..

### 3.5 Консультации

### 3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ 8 Семестр

Курсовая работа (КР)

#### График выполнения курсового проекта

Неделя	1 - 4	5 - 6	7 - 12	13 - 14	Зачетная
Раздел курсового проекта	1	2	3	4	Защита курсового проекта
Объем раздела, %	5	20	40	35	-
Выполненный объем нарастающим итогом, %	5	25	65	100	-

Номер раздела	Раздел курсового проекта
1	Проверка анализа исходной воды. Выбор схемы обработки воды в зависимости от типа паровых котлов, параметра пара и качества исходной воды. Выбор схемы предочистки в зависимости от качества исходной воды.

2	Расчет производительности водоподготовительных установок. Качество воды после предварительной очистки. Расчет осветлительных фильтров.
3	Технологический расчет ионитных фильтров и фильтров смешанного действия.
4	Расчет осветлителей и декарбонизатора. Выбор оборудования. Разработка принципиальной схемы технологической схемы подготовки добавочной воды.

### 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)								Оценочное средство (тип и наименование)	
		1	2	3	4	5	6	7	8		
<b>Знать:</b>											
методики технологического расчета в процессах водоподготовки	ИД-2ПК-3									+	Контрольная работа/Теоретические основы физико-химических методов очистки воды
основные показатели качества теплоносителя и способы их определения	ИД-2ПК-3					+					Контрольная работа/Физико-химические процессы основных титриметрических методик количественного анализа показателей качества теплоносителя
взаимосвязь между составом и свойствами водных растворов	ИД-2ПК-3	+									Контрольная работа/Теоретические основы методов химического анализа
химические и физико-химические процессы при подготовке добавочной воды на ТЭС	ИД-2ПК-3						+	+			Контрольная работа/Органические соединения в теплоэнергетике. Теоретические основы предочистки.
инструментальные методы химического анализа	ИД-2ПК-3				+						Контрольная работа/Физико-химические методы анализа
<b>Уметь:</b>											
проводить химический анализ по указанной методике	ИД-2ПК-3			+							Контрольная работа/Расчеты при определении макрокомпонентов
проводить технические расчеты параметров теплоносителя;	ИД-2ПК-3							+			Коллоквиум/Защита лабораторных работ
принимать технологические решения при проектировании и эксплуатации установок подготовки добавочной воды на ТЭС	ИД-2ПК-3								+		Контрольная работа/Теоретические основы физико-химических методов очистки воды
оценивать показатели качества воды и результаты химических процессов	ИД-2ПК-3		+								Контрольная работа/Расчеты в аналитических реакциях

#### **4. КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ)**

##### **4.1. Текущий контроль успеваемости**

###### **7 семестр**

Форма реализации: Смешанная форма

1. Расчеты в аналитических реакциях (Контрольная работа)
2. Расчеты при определении макрокомпонентов (Контрольная работа)
3. Теоретические основы методов химического анализа (Контрольная работа)
4. Физико-химические методы анализа (Контрольная работа)

###### **8 семестр**

Форма реализации: Билеты (письменный опрос)

1. Органические соединения в теплоэнергетике. Теоретические основы предочистки. (Контрольная работа)
2. Теоретические основы физико-химических методов очистки воды (Контрольная работа)
3. Физико-химические процессы основных титриметрических методик количественного анализа показателей качества теплоносителя (Контрольная работа)

Форма реализации: Устная форма

1. Защита лабораторных работ (Коллоквиум)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

Балльно-рейтинговая структура курсовой работы является приложением Б.

##### **4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине**

###### Экзамен (Семестр №7)

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и экзаменационной составляющих. В приложение к диплому выносятся оценка за 8 семестр и за курсовую работу

###### Экзамен (Семестр №8)

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и экзаменационной составляющих. В приложение к диплому выносятся оценка за 8 семестр и за курсовую работу

###### Курсовая работа (КР) (Семестр №8)

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и экзаменационной составляющих. В приложение к диплому выносятся оценка за 8 семестр и за курсовую работу

В диплом выставляется оценка за 8 семестр.

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

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

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

1. Копылов А.С. , Лавыгин В.М. , Очков В.Ф. - "Водоподготовка в энергетике", Издательство: "Издательский дом МЭИ", Москва, 2016 - (310 с.)  
[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=72208](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=72208);
2. Ларин, Б. М. Теоретические основы химико-технологических процессов на ТЭС и АЭС : учебное пособие для вузов теплоэнергетических специальностей / Б. М. Ларин, Ивановский гос. энергетический ун-т. – Иваново : Изд-во Иван. гос. энерг. ун-т, 2002 . – 268 с. - ISBN 5-89482-233-5 .;
3. Морыганова, Ю. А. Титриметрические методы анализа показателей качества воды : практикум по курсу "Физико-химические процессы в энергетике", профиля "Технология воды и топлива на ТЭС и АЭС" по направлению 13.03.01 "Теплоэнергетика и теплотехника" / Ю. А. Морыганова, О. В. Егошина, В. О. Яровой, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" (НИУ"МЭИ") . – М. : Изд-во МЭИ, 2016 . – 36 с. - Книга только в электронном виде, для чтения перейдите в Электронную библиотеку МЭИ .  
<http://elib.mpei.ru/elib/view.php?id=8152>;
4. Коровин, Н. В. Общая химия : учебник для вузов по техническим направлениям и специальностям / Н. В. Коровин . – 11-е изд., стер . – М. : Высшая школа, 2009 . – 557 с. - ISBN 978-5-06-006140-6 .;
5. Химический анализ в теплоэнергетике: титриметрический и гравиметрический методы анализа / В. Н. Кулешов, и др. ; Ред. В. Ф. Очков . – М. : Изд-во МЭИ, 2004 . – 128 с. - ISBN 5-7046-1171-0 ..

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

1. Office / Российский пакет офисных программ;
2. SmathStudio;
3. AutoCAD/ T Flex CAD (версия для обучающихся и преподавателей).

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

1. ЭБС Лань - <https://e.lanbook.com/>
2. ЭБС "Университетская библиотека онлайн" - [http://biblioclub.ru/index.php?page=main\\_ub\\_red](http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red)
3. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>
4. База данных Web of Science - <http://webofscience.com/>
5. База данных Scopus - <http://www.scopus.com>
6. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>
7. ЭБС "Консультант студента" - <http://www.studentlibrary.ru/>
8. Журналы American Chemical Society - <https://www.acs.org/content/acs/en.html>
9. Журналы Журналы Royal Society of Chemistry - <https://pubs.rsc.org/>
10. Журнал Science - <https://www.sciencemag.org/>
11. Журналы по химии Thieme Chemistry Package компании Georg Thieme Verlag KG - <https://www.thieme-connect.com/products/all/home.html>
12. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>
13. Портал открытых данных Российской Федерации - <https://data.gov.ru>
14. База открытых данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ - <http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/>
15. Национальный портал онлайн обучения «Открытое образование» - <https://openedu.ru>
16. Открытая университетская информационная система «РОССИЯ» - <https://uisrussia.msu.ru>



17. **Официальный сайт Министерства науки и высшего образования Российской Федерации** - <https://minobrnauki.gov.ru>

18. **Официальный сайт Федеральной службы по надзору в сфере образования и науки** - <https://obrnadzor>

19. **Федеральный портал "Российское образование"** - <http://www.edu.ru>

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

<b>Тип помещения</b>	<b>Номер аудитории, наименование</b>	<b>Оснащение</b>
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	В-411, Учебная лаборатория «Вычислительный центр ТВТ»	стол преподавателя, стол компьютерный, стул, шкаф для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная, доска маркерная передвижная, компьютер персональный, кондиционер
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	В-411, Учебная лаборатория «Вычислительный центр ТВТ»	стол преподавателя, стол компьютерный, стул, шкаф для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная, доска маркерная передвижная, компьютер персональный, кондиционер
Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий	В-410, Учебная водно-химическая лаборатория	стеллаж, стол преподавателя, стул, шкаф для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, доска маркерная, компьютер персональный
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	В-411, Учебная лаборатория «Вычислительный центр ТВТ»	стол преподавателя, стол компьютерный, стул, шкаф для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная, доска маркерная передвижная, компьютер персональный, кондиционер
Помещения для самостоятельной работы	НТБ-201, Компьютерный читальный зал	стол компьютерный, стул, стол письменный, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер
Помещения для консультирования	В-413/1, Кабинет сотрудников каф. "ТОТ"	стул, шкаф для хранения инвентаря, стол письменный, холодильник
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	В-417, Помещение учебно-вспомогательного персонала каф. "ТОТ"	кресло рабочее, рабочее место сотрудника, стол, стул, шкаф для документов, шкаф для хранения инвентаря, компьютерная сеть с выходом в Интернет, доска маркерная, многофункциональный центр, компьютер персональный, принтер, кондиционер

**БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ****Физико-химические процессы в энергетике**

(название дисциплины)

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

- КМ-1 Теоретические основы методов химического анализа (Контрольная работа)  
 КМ-2 Расчеты в аналитических реакциях (Контрольная работа)  
 КМ-3 Расчеты при определении макрокомпонентов (Контрольная работа)  
 КМ-4 Физико-химические методы анализа (Контрольная работа)

**Вид промежуточной аттестации – Экзамен.**

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
		Неделя КМ:	4	8	12	14
1	Теоретические основы методов химического анализа					
1.1	Теоретические основы методов химического анализа		+			
2	Аналитические реакции					
2.1	Аналитические реакции			+		
3	Методы количественного определения макрокомпонентов					
3.1	Методы количественного определения макрокомпонентов				+	
4	Физико-химические методы анализа					
4.1	Физико-химические методы анализа					+
Вес КМ, %:			25	25	25	25

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

- КМ-5 Физико-химические процессы основных титриметрических методик количественного анализа показателей качества теплоносителя (Контрольная работа)  
 КМ-6 Органические соединения в теплоэнергетике. Теоретические основы предочистки. (Контрольная работа)  
 КМ-7 Теоретические основы физико-химических методов очистки воды (Контрольная работа)  
 КМ-8 Защита лабораторных работ (Коллоквиум)

**Вид промежуточной аттестации – Экзамен.**

Номер	Раздел дисциплины	Индекс	КМ-	КМ-	КМ-	КМ-
-------	-------------------	--------	-----	-----	-----	-----

раздела		КМ:	5	6	7	8
		Неделя КМ:	4	8	12	14
1	Показатели качества воды и методы их определения					
1.1	Показатели качества воды и методы их определения	+				
2	Органические соединения в теплоэнергетике					
2.1	Органические соединения в теплоэнергетике		+			
3	Теоретические основы предварительной очистки воды методами коагуляции и осаждения					
3.1	Теоретические основы предварительной очистки воды методами коагуляции и осаждения		+			+
4	Теоретические основы физико-химических методов очистки воды					
4.1	Теоретические основы физико-химических методов очистки воды				+	
Вес КМ, %:			25	25	25	25

## БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА КУРСОВОГО ПРОЕКТА/РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Физико-химические процессы в энергетике

(название дисциплины)

8 семестр

**Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по курсовой работе:**

- КМ-1 Оценка выполнения разделов 1
- КМ-2 Оценка выполнения раздела 2
- КМ-3 Оценка выполнения раздела 3
- КМ-4 Оценка выполнения раздела 4

**Вид промежуточной аттестации – защита КР.**

Номер раздела	Раздел курсового проекта/курсовой работы	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
		Неделя КМ:	4	6	12	14
1	Проверка анализа исходной воды. Выбор схемы обработки воды в зависимости от типа паровых котлов, параметра пара и качества исходной воды. Выбор схемы предочистки в зависимости от качества исходной воды.		+			
2	Расчет производительности водоподготовительных установок. Качество воды после предварительной очистки. Расчет осветлительных фильтров.			+		
3	Технологический расчет ионитных фильтров и фильтров смешанного действия.				+	
4	Расчет осветлителей и декарбонизатора. Выбор оборудования. Разработка принципиальной схемы технологической схемы подготовки добавочной воды.					+
Вес КМ, %:			5	20	40	35