

**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: Теплоснабжение и теплотехническое оборудование

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Заочная

**Рабочая программа дисциплины**  
**ОСНОВЫ ВОДОПОДГОТОВКИ И ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ**

<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.01.02</b>
<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>	<b>5 семестр - 5;</b>
<b>Часов (всего) по учебному плану:</b>	<b>180 часов</b>
<b>Лекции</b>	<b>5 семестр - 8 часов;</b>
<b>Практические занятия</b>	<b>5 семестр - 8 часов;</b>
<b>Лабораторные работы</b>	<b>не предусмотрено учебным планом</b>
<b>Консультации</b>	<b>5 семестр - 2 часа;</b>
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>5 семестр - 160,2 часа;</b>
<b>в том числе на КП/КР</b>	<b>не предусмотрено учебным планом</b>
<b>Иная контактная работа</b>	<b>5 семестр - 1,5 часа;</b>
<b>включая:</b> <b>Контрольная работа</b> <b>Лабораторная работа</b>	
<b>Промежуточная аттестация:</b>	
<b>Экзамен</b>	<b>5 семестр - 0,3 часа;</b>

**Москва 2024**

**ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:**

Преподаватель

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Тютрина С.В.
	Идентификатор	Rdd5d33df-TiutrinaSvV-6189c802

С.В. Тютрина

**СОГЛАСОВАНО:**

Руководитель  
образовательной программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Хомченко Н.В.
	Идентификатор	Rpd1b9495-KhomchenkoNV-644530

Н.В. Хомченко

Заведующий выпускающей  
кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Гаряев А.Б.
	Идентификатор	R75984319-GariayevAB-a6831ea7

А.Б. Гаряев

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины:** Формирование знаний о возможностях использования воды на промышленном предприятии, состава и вариантов схем систем водоснабжения

### Задачи дисциплины

- Рассмотрение категорий водопотребления, требований к качеству воды, источников водоснабжения, ресурсы;
- Рассмотрения вопросов проектирования систем водоснабжения, типов водопроводных сетей;
- Освоение принципов и методов определения диаметров водопроводных линий и потерь напора в них.

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-1 Способен участвовать в проектировании и эксплуатации объектов теплоэнергетики и теплотехники	ИД-2 <sub>ПК-1</sub> Принимает участие в разработке принципиальных схем и оборудования для объектов теплоэнергетики и теплотехники	знать: - Правила технического обслуживания водоподготовительных установок; - Состав оборудования водоподготовительных установок различного вида.
ПК-1 Способен участвовать в проектировании и эксплуатации объектов теплоэнергетики и теплотехники	ИД-5 <sub>ПК-1</sub> Выполняет эксперименты и расчеты по физико-химическим параметрам, характеристикам и условиям эксплуатации объектов теплоэнергетики и теплотехники	знать: - Современные физические и химические методы обработки воды и принципы их выбора для конкретных систем водоснабжения.  уметь: - Выбирать оборудование и материалы для водоподготовительных установок; - Определять расчетное количество реагентов для водоподготовительных установок.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Теплоснабжение и теплотехническое оборудование (далее – ОПОП), направления подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника, уровень образования: высшее образование - бакалавриат.

Базируется на уровне среднего общего образования.

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 5 зачетных единиц, 180 часов.

№ 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	Общие свойства растворов, осмотическое давление, закон Рауля	40.4	5	1.5	-	2.0	-	0.6	-	0.3	-	36	-	<p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Свойства и химия воды"</p> <p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Свойства и химия воды"</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], стр. 2-56 [2], стр. 2-19</p>
1.1	Физические свойства воды	13.8		0.5	-	1	-	0.2	-	0.1	-	12	-	
1.2	Химические свойства воды водных растворов	13.3		0.5	-	0.5	-	0.2	-	0.1	-	12	-	
1.3	Кинетика реакций в растворах	13.3		0.5	-	0.5	-	0.2	-	0.1	-	12	-	
2	Расчет термодинамических параметров химической реакции при различных температурах с помощью приведенной энергии Гиббса и высокотемпературных составляющих энтальпии	43.4		2.5	-	2.0	-	0.6	-	0.3	-	38	-	
2.1	Элементы химической термодинамики	15.3	0.5	-	0.5	-	0.2	-	0.1	-	14	-	<p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Термодинамика химических реакций"</p> <p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Термодинамика химических реакций"</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], стр. 57-139 [2], стр. 20-35</p>	
2.2	Второй закон термодинамики и его приложение	14.3	1	-	1	-	0.2	-	0.1	-	12	-		

2.3	Второй закон термодинамики и его приложение (2 часть)	13.8	1	-	0.5	-	0.2	-	0.1	-	12	-	
3	Химия топлива	14.5	1	-	1	-	0.2	-	0.3	-	12	-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Термохимия" <b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Термохимия" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], стр. 150-239 [2], стр. 36-60
3.1	Химия топлива	14.5	1	-	1	-	0.2	-	0.3	-	12	-	
4	Адсорбция	30.70	2	-	2	-	0.4	-	0.30	-	26	-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Поверхностные явления" <b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Поверхностные явления" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], стр. 348-417
4.1	Капиллярные явления	14.35	1	-	1	-	0.2	-	0.15	-	12	-	
4.2	Адсорбция	16.35	1	-	1	-	0.2	-	0.15	-	14	-	
5	Химическое равновесие	15.0	1	-	1	-	0.2	-	0.3	-	12.5	-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Понятие равновесия" <b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Понятие равновесия" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], стр. 301-347
5.1	Химическое равновесие	15.0	1	-	1	-	0.2	-	0.3	-	12.5	-	
	Экзамен	36.0	-	-	-	-	-	-	-	0.3	-	35.7	
	<b>Всего за семестр</b>	<b>180.00</b>	<b>8.0</b>	<b>-</b>	<b>8.0</b>	<b>-</b>	<b>2.0</b>	<b>-</b>	<b>1.50</b>	<b>0.3</b>	<b>124.5</b>	<b>35.7</b>	
	<b>Итого за семестр</b>	<b>180.00</b>	<b>8.0</b>	<b>-</b>	<b>8.0</b>	<b>2.0</b>	<b>1.50</b>	<b>0.3</b>	<b>160.2</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. Общие свойства растворов, осмотическое давление, закон Рауля

##### 1.1. Физические свойства воды

Аномальные свойства воды. Структура воды. Изотопный состав воды. Диаграмма состояния воды.

##### 1.2. Химические свойства воды водных растворов

Группы реакций. Классификация водных растворов по степени дисперсности. Диссоциация в водных растворах. Осмотическое давление. Закон Рауля.

##### 1.3. Кинетика реакций в растворах

Особенности кинетики реакции в растворах. Кинетика ионных реакций в растворах.

#### 2. Расчет термодинамических параметров химической реакции при различных температурах с помощью приведенной энергии Гиббса и высокотемпературных составляющих энтальпии

##### 2.1. Элементы химической термодинамики

Первый закон термодинамики. Закон Гесса, его применение. Теплоемкость. Влияние температуры на теплоемкость. Тепловые эффекты. Зависимость теплового эффекта от температуры.

##### 2.2. Второй закон термодинамики и его приложение

Самопроизвольные и несамопроизвольные процессы. Энтропия. Расчет изменения энтропии в различных процессах. Второй закон термодинамики. Максимально полезная работа. Изменение термодинамических потенциалов как критерий направления процессов и равновесия.

##### 2.3. Второй закон термодинамики и его приложение (2 часть)

Уравнения Гиббса – Гельмгольца. Характеристические функции. Основные понятия и взаимосвязь. Анализ уравнений при изменении температуры и давления. Уравнения Максвелла. Химический потенциал. Электрохимический потенциал. Максимально полезная работа и КПД для химических источников тока.

#### 3. Химия топлива

##### 3.1. Химия топлива

Виды химического топлива, их характеристика. Термодинамические параметры химического процесса. Теплота сгорания топлива и методы ее определения. Константа равновесия для газофазных реакций. Методы переработки топлива. Конверсия топлива. Водородное топливо.

#### 4. Адсорбция

##### 4.1. Капиллярные явления

Понятие капиллярных явлений. Смачивание. Адгезия и когезия.

##### 4.2. Адсорбция

Теория адсорбции. Термодинамическое равновесие адсорбционное равновесие.

## 5. Химическое равновесие

### 5.1. Химическое равновесие

Константа равновесия. Условие равновесия. Определение направления процесса по изотерме химической реакции. Влияние внешних условий на положение равновесия. Принцип подвижного равновесия. Влияние температуры на химическое равновесие. Приведенная энергия Гиббса.

### 3.3. Темы практических занятий

1. Адсорбция;
2. Элементы химической термодинамики;
3. Второй закон термодинамики и его приложение (2 часть);
4. Химическое равновесие;
5. Кинетика реакций в растворах;
6. Физические свойства воды;
7. Второй закон термодинамики и его приложение;
8. Химические свойства воды водных растворов.

### 3.4. Темы лабораторных работ

не предусмотрено

### 3.5 Консультации

#### Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)

1. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Свойства и химия воды"
2. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Термодинамика химических реакций"
3. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Термохимия"
4. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Поверхностные явления"
5. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Понятие равновесия"

### 3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ

Курсовой проект/ работа 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)					Оценочное средство (тип и наименование)
		1	2	3	4	5	
<b>Знать:</b>							
Состав оборудования водоподготовительных установок различного вида	ИД-2ПК-1				+		Контрольная работа/Адсорбция
Правила технического обслуживания водоподготовительных установок	ИД-2ПК-1			+			Лабораторная работа/Химия топлива
Современные физические и химические методы обработки воды и принципы их выбора для конкретных систем водоснабжения	ИД-5ПК-1					+	Контрольная работа/Химическое равновесие
<b>Уметь:</b>							
Определять расчетное количество реагентов для водоподготовительных установок	ИД-5ПК-1		+				Контрольная работа/Расчет термодинамических параметров химической реакции при различных температурах с помощью приведенной энергии Гиббса и высокотемпературных составляющих энтальпии
Выбирать оборудование и материалы для водоподготовительных установок	ИД-5ПК-1	+					Контрольная работа/Общие свойства растворов, осмотическое давление, закон Рауля

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

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

**5 семестр**

Форма реализации: Компьютерное задание

1. Адсорбция (Контрольная работа)
2. Химическое равновесие (Контрольная работа)
3. Химия топлива (Лабораторная работа)

Форма реализации: Обмен электронными документами

1. Общие свойства растворов, осмотическое давление, закон Рауля (Контрольная работа)
2. Расчет термодинамических параметров химической реакции при различных температурах с помощью приведенной энергии Гиббса и высокотемпературных составляющих энтальпии (Контрольная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

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

*Экзамен (Семестр №5)*

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и аттестационной составляющих

В диплом выставляется оценка за 5 семестр.

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

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

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

1. А. В. Раковский- "Введение в физическую химию", Издательство: "Редакция химической литературы ГОНТИ НКТП", Москва, 1938 - (683 с.)  
<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=469127>;
2. Основные физико-химические методы очистки природных и сточных вод на предприятиях энергетики : учебно-методическое пособие по курсам "Химия", "Химия и экология", "Физико-химические основы водоподготовки" по всем направлениям подготовки / О. Н. Гончарук, И. И. Ланская, И. С. Никитина, М. А. Осина, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" . – М. : Изд-во МЭИ, 2015 . – 68 с.  
<http://elib.mpei.ru/elib/view.php?id=7702>.

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

1. СДО "Прометей";
2. Office / Российский пакет офисных программ;
3. Windows / Операционная система семейства Linux;
4. Видеоконференции (Майнд, Сберджаз, ВК и др).

### 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. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>
5. Портал открытых данных Российской Федерации - <https://data.gov.ru>
6. База открытых данных Министерства труда и социальной защиты РФ - <https://rosmintrud.ru/opendata>
7. База открытых данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ - <http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/>
8. База открытых данных Министерства экономического развития РФ - <http://www.economy.gov.ru>
9. База открытых данных Росфинмониторинга - <http://www.fedsfm.ru/opendata>
10. Электронная открытая база данных "Polpred.com Обзор СМИ" - <https://www.polpred.com>

### 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	Ж-417/6, Белая мультимедийная студия	стол компьютерный, доска интерактивная, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, компьютер персональный
	Ж-417/7, Световая черная студия	стул, компьютерная сеть с выходом в Интернет, микрофон, мультимедийный проектор, экран, оборудование специализированное, компьютер персональный
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	Ж-417/1, Компьютерный класс ИДДО	стол преподавателя, стол компьютерный, шкаф для документов, шкаф для одежды, стол письменный, компьютерная сеть с выходом в Интернет, доска маркерная передвижная, компьютер персональный, принтер, кондиционер, стенд информационный
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Ж-417/1, Компьютерный класс ИДДО	стол преподавателя, стол компьютерный, шкаф для документов, шкаф для одежды, стол письменный, компьютерная сеть с выходом в Интернет, доска маркерная передвижная, компьютер персональный, принтер, кондиционер, стенд информационный
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	Ж-200б, Конференц-зал ИДДО	стол, стул, компьютер персональный, кондиционер
Помещения для хранения оборудования	Ж-417 /2а, Помещение для	стеллаж для хранения инвентаря, экран, указка, архивные документы, дипломные и

и учебного инвентаря	инвентаря	курсовые работы студентов, канцелярский принадлежности, спортивный инвентарь, хозяйственный инвентарь, запасные комплектующие для оборудования
----------------------	-----------	--

## БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

## Основы водоподготовки и физическая химия

(название дисциплины)

## 5 семестр

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

- КМ-1 Общие свойства растворов, осмотическое давление, закон Рауля (Контрольная работа)  
 КМ-2 Расчет термодинамических параметров химической реакции при различных температурах с помощью приведенной энергии Гиббса и высокотемпературных составляющих энтальпии (Контрольная работа)  
 КМ-3 Химия топлива (Лабораторная работа)  
 КМ-4 Адсорбция (Контрольная работа)  
 КМ-5 Химическое равновесие (Контрольная работа)

**Вид промежуточной аттестации – Экзамен.**

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5
		Неделя КМ:	3	6	9	12	15
1	Общие свойства растворов, осмотическое давление, закон Рауля						
1.1	Физические свойства воды		+				
1.2	Химические свойства воды водных растворов		+				
1.3	Кинетика реакций в растворах		+				
2	Расчет термодинамических параметров химической реакции при различных температурах с помощью приведенной энергии Гиббса и высокотемпературных составляющих энтальпии						
2.1	Элементы химической термодинамики			+			
2.2	Второй закон термодинамики и его приложение			+			
2.3	Второй закон термодинамики и его приложение (2 часть)			+			
3	Химия топлива						
3.1	Химия топлива				+		
4	Адсорбция						
4.1	Капиллярные явления					+	

4.2	Адсорбция				+	
5	Химическое равновесие					
5.1	Химическое равновесие					+
Вес КМ, %:		15	15	20	25	25