

**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> Тестирование Контрольная работа Лабораторная работа	
<b>Промежуточная аттестация:</b>	
<b>Экзамен</b>	<b>5 семестр - 0,3 часа;</b>

**Москва 2022**

**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;
- рассмотрение 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: - современные физические и химические методы обработки воды и принципы их выбора для конкретных систем водоснабжения.
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	уметь: - организовать ведения водно-химического режима без снижения экономичности и надежности работы основного и вспомогательного оборудования; - определять расчетное количество реагентов для водоподготовительных установок; - определять расчетное количество реагентов для водоподготовительных установок; - планировать эксперименты с использованием современных химических, физико-химических и физических методов анализа.

## 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	Растворы электролитов	32.3	5	1.6	-	1.6	-	0.3	-	0.3	-	28.5	-	<p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> работа ориентирована на изучение литературных источников, конспектирование основных данных, прохождение пробных тестов по учебному материалу</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b>                      [2], с. 182-239                      [3], с. 12-24, с 126-142                      [4], с. 459-526                      [5], с. 228-241</p>
1.1	Химия воды	10.7		0.5	-	0.5	-	0.1	-	0.1	-	9.5	-	
1.2	Вода и растворы	10.7		0.5	-	0.5	-	0.1	-	0.1	-	9.5	-	
1.3	Электрохимия. Электрическая проводимость электролитов	10.9		0.6	-	0.6	-	0.1	-	0.1	-	9.5	-	
2	Основы химической термодинамики	32.3		1.6	-	1.6	-	0.3	-	0.3	-	28.5	-	<p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> работа ориентирована на изучение литературных источников, конспектирование основных данных, прохождение пробных тестов по учебному материалу</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b>                      [2], с. 13-81                      [3], с. 63-94                      [4], с. 74-102                      [5], с. 52-94</p>
2.1	Элементы химической термодинамики	10.9		0.6	-	0.6	-	0.1	-	0.1	-	9.5	-	
2.2	Второй закон термодинамики и его приложения	10.7		0.5	-	0.5	-	0.1	-	0.1	-	9.5	-	
2.3	Второй закон термодинамики и его приложения (2 часть)	10.7		0.5	-	0.5	-	0.1	-	0.1	-	9.5	-	
3	Приложения химической термодинамики	23.2		1.6	-	1.6	-	0.2	-	0.3	-	19.5	-	<p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> работа ориентирована на изучение литературных источников, конспектирование основных данных, прохождение пробных тестов по учебному материалу</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b></p>
3.1	Химическое равновесие	11.9		0.8	-	0.8	-	0.1	-	0.2	-	10	-	
3.2	Термохимия. Химия	11.3		0.8	-	0.8	-	0.1	-	0.1	-	9.5	-	

	топлива												<b>источников:</b> [2], с. 145-181 [3], с. 45-62, с 95-110 [4], с. 104-125, с 395-434 [5], с. 213-227
4	Основы химической кинетики	32.3	1.6	-	1.6	-	0.3	-	0.3	-	28.5	-	<b>Подготовка к текущему контролю:</b> работа ориентирована на изучение литературных источников, конспектирование основных данных, прохождение пробных тестов по учебному материалу <b>Изучение материалов литературных источников:</b> [2], с. 283-338 [3], с. 206-222 [4], с. 569-585 [5], с. 170-212
4.1	Кинетика химических реакций. Кинетика реакций в растворах	10.9	0.6	-	0.6	-	0.1	-	0.1	-	9.5	-	
4.2	Цепные и фотохимические реакции	10.7	0.5	-	0.5	-	0.1	-	0.1	-	9.5	-	
4.3	Катализ	10.7	0.5	-	0.5	-	0.1	-	0.1	-	9.5	-	
5	Поверхностные явления и дисперсные системы	23.2	1.6	-	1.6	-	0.2	-	0.3	-	19.5	-	<b>Подготовка к текущему контролю:</b> работа ориентирована на изучение литературных источников, конспектирование основных данных, прохождение пробных тестов по учебному материалу <b>Изучение материалов литературных источников:</b> [1], с. 1-68 [2], с. 240-256 [3], с. 223-224 [4], с. 626-633 [5], с. 275-302
5.1	Поверхностные явления	11.9	0.8	-	0.8	-	0.1	-	0.2	-	10	-	
5.2	Адсорбция	11.3	0.8	-	0.8	-	0.1	-	0.1	-	9.5	-	
	Экзамен	36.7	-	-	-	-	0.7	-	-	0.3	-	35.7	
	Всего за семестр	180.0	8.0	-	8.0	-	2.0	-	1.5	0.3	124.5	35.7	
	Итого за семестр	180.0	8.0	-	8.0	-	2.0	-	1.5	0.3	160.2		

**Примечание:** Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПП – 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. Растворы электролитов

#### 1.1. Химия воды

Физические свойства воды. Диаграмма состояния воды. Химические свойства воды. Состав природных и технических вод. Классификация примесей, находящихся в воде. Технологические показатели воды, основные методы очистки. Примеры решения задач.

#### 1.2. Вода и растворы

Термодинамические условия образования растворов. Сольватация. Концентрация и способы ее выражения. Растворы неэлектролитов. Закон Рауля и его следствия. Растворы сильных электролитов. Понятие о теории сильных электролитов Дебая и Хюккеля. Активность. Примеры решения задач.

#### 1.3. Электрохимия. Электрическая проводимость электролитов

Движение ионов в электрическом поле. Удельная и молярная электрическая проводимость. Электрическая проводимость неводных растворов и расплавленных электролитов. Кондуктометрия.

### 2. Основы химической термодинамики

#### 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 приложения

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

#### 2.3. Второй закон термодинамики и его приложения (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. Приложения химической термодинамики

#### 3.1. Химическое равновесие

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.

#### 3.2. Термохимия. 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. Основы химической кинетики

##### 4.1. Кинетика химических реакций. Кинетика реакций в растворах

Химическая кинетика. Истинная и мгновенная скорости. Молекулярность и порядок реакции. Особенности кинетики реакции в растворах. Кинетика ионных реакций в растворах.

##### 4.2. Цепные и фотохимические реакции

Цепные реакции. Фотохимические реакции.

##### 4.3. Катализ

Классификация каталитических реакций. Общая схема катализа. Гомогенный катализ. Виды гомогенного катализа, механизм протекания. Гетерогенный катализ. Виды гетерогенного катализа, механизм протекания. Применение каталитических реакций.

#### 5. Поверхностные явления и дисперсные системы

##### 5.1. Поверхностные явления

Понятие капиллярных явлений. Смачивание. Адгезия и когезия.

##### 5.2. Адсорбция

Адсорбция. Теория адсорбции. Термодинамическое равновесие адсорбционное равновесие. Подготовка к лабораторной работе «Адсорбционное равновесие».

### **3.3. Темы практических занятий**

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

### **3.4. Темы лабораторных работ**

не предусмотрено

### **3.5 Консультации**

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

1. Рассмотрение сложных аспектов химии растворов электролитов.
2. Рассмотрение сложных аспектов химической термодинамики
3. Рассмотрение сложных аспектов приложений химической термодинамики
4. Рассмотрение сложных аспектов химической кинетики
5. Рассмотрение сложных аспектов коллоидной химии

### **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>							
современные физические и химические методы обработки воды и принципы их выбора для конкретных систем водоснабжения	ИД-2ПК-1	+					Тестирование/Общие свойства растворов, осмотическое давление, закон Рауля
<b>Уметь:</b>							
планировать эксперименты с использованием современных химических, физико-химических и физических методов анализа	ИД-5ПК-1					+	Лабораторная работа/Основы коллоидной химии
определять расчетное количество реагентов для водоподготовительных установок	ИД-5ПК-1		+				Контрольная работа/Химическая термодинамика
определять расчетное количество реагентов для водоподготовительных установок	ИД-5ПК-1			+			Контрольная работа/Прикладные аспекты химической термодинамики
организовать ведения водно-химического режима без снижения экономичности и надежности работы основного и вспомогательного оборудования	ИД-5ПК-1				+		Контрольная работа/Основы химической кинетики

## **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. Общие свойства растворов, осмотическое давление, закон Рауля (Тестирование)

Форма реализации: Письменная работа

1. Основы коллоидной химии (Лабораторная работа)
2. Основы химической кинетики (Контрольная работа)
3. Прикладные аспекты химической термодинамики (Контрольная работа)
4. Химическая термодинамика (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. 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>;

2. Даниэльс, Ф. Физическая химия = Physical chemistri : пер. с англ. / Ф. Даниэльс, Р. Олберти . – М. : Мир, 1978 . – 645 с.;

3. Краткий справочник физико-химических величин / Ред. А. А. Равдель, А. М. Пономарева . – 12-е изд . – М. : Тид Арис, 2010 . – 240 с. - ISBN 978-5-904673-04-8 .;

4. 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>;

5. Гамеева О. С.- "Физическая и коллоидная химия", (5-е изд., стер.), Издательство: "Лань", Санкт-Петербург, 2020 - (328 с.)

<https://e.lanbook.com/book/126711>.

### **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>

### 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-303, Лекционная аудитория	стол компьютерный, стул, стол письменный, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер
Помещения для консультирования	Ж-2006, Конференц-зал ИДДО	стол, стул, компьютер персональный, кондиционер
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	Ж-417 /2а, Помещение для инвентаря	стеллаж для хранения инвентаря, экран, указка, архивные документы, дипломные и 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 (Тестирование)  
 КМ-2 Химическая термодинамика (Контрольная работа)  
 КМ-3 Прикладные аспекты химической термодинамики (Контрольная работа)  
 КМ-4 Основы химической кинетики (Контрольная работа)  
 КМ-5 Основы коллоидной химии (Лабораторная 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	Растворы электролитов						
1.1	Химия воды		+				
1.2	Вода и растворы		+				
1.3	Электрохимия. Электрическая проводимость электролитов		+				
2	Основы химической термодинамики						
2.1	Элементы химической термодинамики			+			
2.2	Второй закон термодинамики и его приложения			+			
2.3	Второй закон термодинамики и его приложения (2 часть)			+			
3	Приложения химической термодинамики						
3.1	Химическое равновесие				+		
3.2	Термохимия. Химия топлива				+		
4	Основы химической кинетики						
4.1	Кинетика химических реакций. Кинетика реакций в растворах					+	
4.2	Цепные и фотохимические реакции					+	

4.3	Катализ				+	
5	Поверхностные явления и дисперсные системы					
5.1	Поверхностные явления					+
5.2	Адсорбция					+
Вес КМ, %:		20	20	20	20	20