

**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: Автономные энергетические системы

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная


**Рабочая программа дисциплины**  
**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.09.10</b>
<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>	<b>6 семестр - 4;</b>
<b>Часов (всего) по учебному плану:</b>	<b>144 часа</b>
<b>Лекции</b>	<b>6 семестр - 28 часа;</b>
<b>Практические занятия</b>	<b>6 семестр - 14 часов;</b>
<b>Лабораторные работы</b>	<b>6 семестр - 14 часов;</b>
<b>Консультации</b>	<b>проводится в рамках часов аудиторных занятий</b>
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>6 семестр - 87,7 часа;</b>
<b>в том числе на КП/КР</b>	<b>не предусмотрено учебным планом</b>
<b>Иная контактная работа</b>	<b>проводится в рамках часов аудиторных занятий</b>
<b>включая:</b> <b>Расчетно-графическая работа</b> <b>Лабораторная работа</b>	
<b>Промежуточная аттестация:</b>	
<b>Зачет с оценкой</b>	<b>6 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	Ланская И.И.
	Идентификатор	R3db6324d-Lanskyall-6f410db9

И.И. Ланская

Заведующий выпускающей  
кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Кулешов Н.В.
	Идентификатор	Re9c42de9-KuleshovNV-bc390ed6

Н.В. Кулешов

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины:** изучение общих законов физической химии в области теплоэнергетики и теплотехники.

### Задачи дисциплины

- освоение физико-химических принципов функционирования теплоэнергетических и теплотехнических процессов;
- формирование представлений о характеристиках материалов, используемых в теплоэнергетике и теплотехнике, с точки зрения их физико-химических свойств;
- приобретение навыков проведения расчетов, анализа физико-химических процессов и проведения выбора оптимальных параметров работы теплоэнергетических и теплотехнических систем;
- приобретение навыков принятия и обоснования конкретных технических решений по подбору материалов, их синтезу и обработке, а также по защите элементов, узлов и агрегатов теплоэнергетических и теплотехнических систем от процессов деградации при их проектировании и эксплуатации.

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-4 Способен к разработке мероприятий по совершенствованию технологии производства автономных энергетических систем и их элементов	ИД-2ПК-4 анализирует научную проблематику области исследований и разработки автономных энергетических систем и их элементов	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- основные источники научно-технической информации по основным вопросам физической химии, теплоэнергетики и теплотехники, терминологию предмета физической химии для умения логически верно и ясно строить аргументацию для демонстрации базовых знания в области естественнонаучных дисциплин и профессиональной деятельности);</li><li>- основные свойства коллоидных и дисперсных систем, процессов адсорбции и закономерностей нарушения их агрегативной устойчивости при выборе оптимальных технологий и схем производства автономных энергетических систем.</li></ul> <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- выполнять расчет кинетических характеристик процессов для выбора оптимальных параметров работы теплоэнергетических и теплотехнических систем;</li><li>- выполнять термохимические расчеты физико-химических процессов теплоэнергетики и теплотехники;;</li><li>- использовать программы обработки экспериментальных данных полученных на современном</li></ul>

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
		лабораторном оборудовании для оценки, прогнозирования и оптимизация физико-химических процессов теплоэнергетики и теплотехники.
ПК-4 Способен к разработке мероприятий по совершенствованию технологии производства автономных энергетических систем и их элементов	ИД-3ПК-4 выполняет эксперименты по параметрам и характеристикам химических реакторов, топливных элементов, электрохимических энергоустановок, установок водородной энергетики и их элементов в соответствии с установленными полномочиями	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- фундаментальные представления о физико-химических процессах, использовать данные знания в термодинамических расчетах, направленных на выбор оптимальных характеристик энергетических систем и установок. Основные закономерности равновесной термодинамики однокомпонентных и многокомпонентных систем, используемых при принятии и обосновании оптимальных технических решений по подбору материалов;;</li> <li>- принципы электрохимических процессов, применительно к условиям эксплуатации элементов автономных энергетических систем и теплоэнергетических установок.</li> </ul> <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- проводить лабораторные исследования и на их основе выполнять расчеты химического равновесия и анализ фазовых равновесий;</li> <li>- использовать справочную литературу для проведения физико-химических экспериментальных исследований, направленных на выбор оптимальной защиты элементов, узлов и агрегатов теплоэнергетических и теплотехнических систем от коррозии и разрушений;</li> <li>- обращаться с химическими веществами, приборами, оборудованием с соблюдением техники безопасности.</li> </ul>

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

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

Требования к входным знаниям и умениям:

- знать «Химия», «Физика», «Математика», «Гидрогазодинамика», «Техническая термодинамика», «Высшая математика»" в объеме первого и второго курсов.
- знать «Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологии», «Водородная и электрохимическая энергетика», «Коррозия и защита металлов в энергетике», «Физико-химические методы исследования», «Тепловые процессы в электрохимических системах», при выполнении выпускной квалификационной работы бакалавра.
- уметь Делать расчеты химических и физических процессов с применением математических методов

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 4 зачетных единицы, 144 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	Элементы молекулярно-кинетической теории газов. Основные понятия и свойства двухкомпонентных систем	20	6	6	2	2	-	-	-	-	-	10	-	<p><b><u>Подготовка домашнего задания:</u></b> Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения профессиональных задач. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе "Элементы молекулярно-кинетической теории газов. Основные понятия и свойства двухкомпонентных систем" материалу. Дополнительно студенту необходимо изучить литературу и разобрать примеры выполнения подобных заданий. Проверка домашнего задания проводится по представленным письменным работам.</p> <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 "Элементы молекулярно-кинетической теории газов. Основные понятия и свойства двухкомпонентных систем" материалу.</p> <p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Элементы молекулярно-кинетической теории газов. Основные понятия и свойства</p>
1.1	Элементы молекулярно-кинетической теории газов. Основные понятия и свойства двухкомпонентных систем	20		6	2	2	-	-	-	-	-	-	10	

														двухкомпонентных систем" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [2], 274-234 [3], 169-175 [5], 5-39
2	Основные понятия и положения химической термодинамики. Основные понятия химической кинетики.	36	8	4	4	-	-	-	-	-	20	-	<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Основные понятия и положения химической термодинамики. Основные понятия химической кинетики." <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 "Основные понятия и положения химической термодинамики. Основные понятия химической кинетики." материалу.	
2.1	Основные понятия и положения химической термодинамики. Основные понятия химической кинетики.	36	8	4	4	-	-	-	-	-	20	-	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 "Основные понятия и положения химической термодинамики. Основные понятия химической кинетики." материалу. <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Основные понятия и положения химической термодинамики. Основные понятия химической кинетики." <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], 272-279 [2], 260-274 [3], 120-130 [4], 177-213 [5], 61-65	
3	Химическое равновесие. Физическая адсорбция. Условия фазового равновесия.	36	8	4	4	-	-	-	-	-	20	-	<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Химическое равновесие. Физическая адсорбция. Условия фазового равновесия." <b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> Для выполнения заданий по лабораторной работе	
3.1	Химическое	36	8	4	4	-	-	-	-	-	20	-	выполнения заданий по лабораторной работе	

	равновесие. Физическая адсорбция. Условия фазового равновесия.												необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Химическое равновесие. Физическая адсорбция. Условия фазового равновесия." материалу. <b><u>Подготовка домашнего задания:</u></b> Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения профессиональных задач. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе "Химическое равновесие. Физическая адсорбция. Условия фазового равновесия." материалу. Дополнительно студенту необходимо изучить литературу и разобрать примеры выполнения подобных заданий. Проверка домашнего задания проводится по представленным письменным работам. <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Химическое равновесие. Физическая адсорбция. Условия фазового равновесия." <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [2], 243-258 [3], 243-258 [4], 288-334 [5], 65-74
4	Сильные электролиты. Понятие кондуктометрии, виды кондуктометрии.	34	6	4	4	-	-	-	-	-	20	-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Сильные электролиты. Понятие кондуктометрии, виды кондуктометрии."
4.1	Сильные электролиты. Понятие кондуктометрии, виды кондуктометрии.	34	6	4	4	-	-	-	-	-	20	-	<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 "Сильные электролиты. Понятие кондуктометрии, виды кондуктометрии." материалу. <b><u>Подготовка домашнего задания:</u></b> Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения профессиональных задач. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе "Сильные электролиты. Понятие кондуктометрии, виды кондуктометрии." материалу. Дополнительно студенту необходимо изучить литературу и разобрать примеры выполнения подобных заданий. Проверка домашнего задания проводится по представленным письменным работам. <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [2], 120-130 [3], 243-258 [5], 49-61
	Зачет с оценкой	18.0	-	-	-	-	-	-	-	0.3	-	17.7	
	Всего за семестр	144.0	28	14	14	-	-	-	-	0.3	70	17.7	
	Итого за семестр	144.0	28	14	14	-	-	-	-	0.3	87.7		

**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. Элементы молекулярно-кинетической теории газов. Основные понятия и свойства двухкомпонентных систем

1.1. Элементы молекулярно-кинетической теории газов. Основные понятия и свойства двухкомпонентных систем

Уравнение состояния идеального газа, Кинетическая теория газов. Уравнение состояния реального газа, растворимость газов в жидкостях. Закон Генри, закон Дальтона. Механизм растворения кислорода в воде. Влияние кислорода на процессы коррозии, методы удаления кислорода. 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. Термодинамические условия образования растворов. Сольватация. Концентрация и способы ее выражения. Растворы неэлектролитов. Закон Рауля и его следствия. Растворы сильных электролитов. Двухкомпонентные системы с неограниченной и ограниченной взаимной растворимостью. Двухкомпонентные системы с простой эвтектикой. Твердые растворы. Бинарные системы с образованием химических соединений. Конгруэнтные и инконгруэнтные системы. Роль физической химии в подготовке специалистов по направлению подготовки «Теплоэнергетика и теплотехника»..

#### 2. Основные понятия и положения химической термодинамики. Основные понятия химической кинетики.

2.1. Основные понятия и положения химической термодинамики. Основные понятия химической кинетики.

Химический потенциал. Закон Гесса. Теплоемкость. Зависимость теплового эффекта от температуры. Реальные газы. Летучесть (фугитивность). Самопроизвольные и несамопроизвольные процессы. Второй закон термодинамики. Энтропия. Теоремы Карно-Клаузиуса. Статистический характер второго закона термодинамики. Расчет изменений энтропии в различных процессах. Максимально полезная работа. Энергия Гиббса и энергия Гельмгольца. Уравнения Гиббса – Гельмгольца. Изменение термодинамических потенциалов как критерий направления процессов и равновесия. Характеристические функции. Основные понятия и взаимосвязь. Уравнения Максвелла. Анализ уравнений при изменении температуры и давления. Открытые системы. Химический потенциал. Особенности наноструктурированных систем. Электрохимический потенциал. Максимально полезная работа и КПД для химических источников тока. Скорость и механизм реакции. Молекулярность и порядок реакции. Способы определения порядков реакций. Влияние температуры на скорость реакции. Теория активированного комплекса. Энергетический барьер. Переходное состояние. Энтальпия и энтропия активации. Взаимосвязь термодинамических параметров активированного комплекса и кинетических параметров реакции. Низкотемпературный предел скорости реакции. Основные типы сложных реакций: двухсторонние, параллельные, последовательные. Лимитирующая стадия. Стационарный и квазистационарный режим. Метод Боденштейна. Обратимые, параллельные, последовательные реакции. Законы фотохимии. Уравнения Эйнштейна-Штарка. Квантовый выход. Цепные реакции с разветвленной и неразветвленной цепью. Основные положения процесса катализа. Гомогенный и гетерогенный катализ. Механизмы катализа. Диффузия. Диффузия в конденсированных средах. Нанокатализаторы. Законы А. Фика..

#### 3. Химическое равновесие. Физическая адсорбция. Условия фазового равновесия.

3.1. Химическое равновесие. Физическая адсорбция. Условия фазового равновесия.

Константа равновесия. Влияние внешних условий на положение равновесия. Принцип подвижного равновесия. Влияние температуры и давления на химическое равновесие. Уравнение изотермы и изобары Вант-Гоффа. Приведенная энергия Гиббса. Химическое равновесие в случае реакций термической диссоциации. Адсорбция. Основные понятия. Физическая адсорбция. Химическая адсорбция. Термодинамика адсорбции. Термодинамическое равновесие поверхностного слоя с объемными фазами. Изотермы адсорбции. Изотерма Лэнгмюра. Изотерма Генри. Изотерма Фрейндлиха. Адсорбция на неоднородной поверхности. Изотерма Темкина-Шлыгина. Расчеты тепловых балансов по высокотемпературным составляющим энтальпии. Приведенная энергия Гиббса. Расчеты констант равновесия химических реакций. Примеры решения задач на тему «Адсорбция». Основные условия возникновения фазовых равновесий в системах. Химический потенциал. Анализ правила фаз Гиббса. Анализ уравнения Клапейрона-Клаузиуса. Фазовые диаграммы. Общие принципы построения. Объемная и плоская диаграммы. Однокомпонентные системы. Энантиотропные и монотропные превращения..

#### 4. Сильные электролиты. Понятие кондуктометрии, виды кондуктометрии.

##### 4.1. Сильные электролиты. Понятие кондуктометрии, виды кондуктометрии.

Понятие о теории сильных электролитов Дебая и Хюккеля. Активность. Электрохимия. Электрическая проводимость электролитов. Движение ионов в электрическом поле. Удельная и молярная электрическая проводимость. Электрическая проводимость неводных растворов и расплавленных электролитов. Кондуктометрия..

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

1. Кинетическая теория газов. Уравнение состояния реального газа, растворимость газов в жидкостях. Закон Генри, закон Дальтона;
2. Термодинамические условия образования растворов. Сольватация. Концентрация и способы ее выражения. Растворы неэлектролитов. Закон Рауля и его следствия.;
3. Закон Гесса. Теплоемкость. Зависимость теплового эффекта от температуры. Реальные газы. Легучесть (фугитивность). Самопроизвольные и не самопроизвольные процессы.;
4. Адсорбция. Основные понятия. Физическая адсорбция. Химическая адсорбция. Термодинамика адсорбции. Термодинамическое равновесие поверхностного слоя с объемными фазами. Изотермы адсорбции.;
5. Расчеты констант равновесия химических реакций. Основные условия возникновения фазовых равновесий в системах. Химический потенциал. Анализ правила фаз Гиббса. Анализ уравнения Клапейрона-Клаузиуса.;
6. Сильные электролиты. Понятие кондуктометрии, виды кондуктометрии. Понятие о теории сильных электролитов Дебая и Хюккеля. Активность.;
7. Электрическая проводимость неводных растворов и расплавленных электролитов. Кондуктометрия...

### **3.4. Темы лабораторных работ**

1. Лабораторная работа № 1. Определение концентрации кислорода, растворенного в воде методом йодометрического титрования. (2 часа);
2. Лабораторная работа № 2. Определение жесткости водопроводной воды методом комплексометрического титрования (2 часа).;
3. Лабораторная работа № 4. Определение константы адсорбционного равновесия на основании данных титриметрического анализа. (2 часа);
4. Лабораторная работа № 5. Определение показателя активности и концентрации

- ионов при помощи ионоселективных электродов потенциметрическим методом  
Определение концентрации раствора по калибровочной кривой кондуктометрическим методом (2 часа).;
5. Лабораторная работа № 3. Умягчение воды методом катионирования. (2 часа).

### **3.5 Консультации**

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

1. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Элементы молекулярно-кинетической теории газов. Основные понятия и свойства двухкомпонентных систем"
2. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Основные понятия и положения химической термодинамики. Основные понятия химической кинетики."
3. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Химическое равновесие. Физическая адсорбция. Условия фазового равновесия."
4. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Сильные электролиты. Понятие кондуктометрии, виды кондуктометрии."

### **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	
<b>Знать:</b>						
основные свойства коллоидных и дисперсных систем, процессов адсорбции и закономерностей нарушения их агрегативной устойчивости при выборе оптимальных технологий и схем производства автономных энергетических систем	ИД-2ПК-4		+			Расчетно-графическая работа/Расчет термодинамических параметров химической реакции с помощью высокотемпературных составляющих энтальпии. Термодинамические параметры химического процесса. Теплота сгорания топлива
основные источники научно-технической информации по основным вопросам физической химии, теплоэнергетики и теплотехники, терминологию предмета физической химии для умения логически верно и ясно строить аргументацию для демонстрации базовых знания в области естественнонаучных дисциплин и профессиональной деятельности)	ИД-2ПК-4			+		Расчетно-графическая работа/Химический состав воды. Расчет жесткости воды, методы ее умягчения
принципы электрохимических процессов, применительно к условиям эксплуатации элементов автономных энергетических систем и теплоэнергетических установок	ИД-3ПК-4	+				Расчетно-графическая работа/Общие свойства растворов, осмотическое давление, закон Рауля
фундаментальные представления о физико-химических процессах, использовать данные знания в термодинамических расчетах, направленных на выбор оптимальных характеристик энергетических систем и установок. Основные закономерности равновесной термодинамики однокомпонентных и многокомпонентных систем, используемых при принятии и обосновании оптимальных технических решений по подбору материалов;	ИД-3ПК-4				+	Лабораторная работа/Защита лабораторных работ

<b>Уметь:</b>						
использовать программы обработки экспериментальных данных полученных на современном лабораторном оборудовании для оценки, прогнозирования и оптимизация физико-химических процессов теплоэнергетики и теплотехники	ИД-2ПК-4				+	Лабораторная работа/Защита лабораторных работ
выполнять термодинамические расчеты физико-химических процессов теплоэнергетики и теплотехники;	ИД-2ПК-4				+	Лабораторная работа/Защита лабораторных работ
выполнять расчет кинетических характеристик процессов для выбора оптимальных параметров работы теплоэнергетических и теплотехнических систем	ИД-2ПК-4				+	Лабораторная работа/Защита лабораторных работ
обращаться с химическими веществами, приборами, оборудованием с соблюдением техники безопасности	ИД-3ПК-4				+	Лабораторная работа/Защита лабораторных работ
использовать справочную литературу для проведения физико-химических экспериментальных исследований, направленных на выбор оптимальной защиты элементов, узлов и агрегатов теплоэнергетических и теплотехнических систем от коррозии и разрушений	ИД-3ПК-4				+	Лабораторная работа/Защита лабораторных работ
проводить лабораторные исследования и на их основе выполнять расчеты химического равновесия и анализ фазовых равновесий	ИД-3ПК-4				+	Лабораторная работа/Защита лабораторных работ

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

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

#### **6 семестр**

Форма реализации: Письменная работа

1. Общие свойства растворов, осмотическое давление, закон Рауля (Расчетно-графическая работа)
2. Расчет термодинамических параметров химической реакции с помощью высокотемпературных составляющих энтальпии. Термодинамические параметры химического процесса. Теплота сгорания топлива (Расчетно-графическая работа)
3. Химический состав воды. Расчет жесткости воды, методы ее умягчения (Расчетно-графическая работа)

Форма реализации: Устная форма

1. Защита лабораторных работ (Лабораторная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

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

*Зачет с оценкой (Семестр №6)*

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 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. Коровин Н. В., Кулешов Н. В., Гончарук О. Н., Камышова В. К., Ланская И. И., Мясникова Н. В., Осина М. А., Удрис Е. Я., Яштулов Н. А.- "Общая химия. Теория и задачи", (5-е изд., стер.), Издательство: "Лань", Санкт-Петербург, 2021 - (492 с.)  
<https://e.lanbook.com/book/158949>;
2. Коровин, Н. В. Общая химия : учебник для вузов по техническим направлениям / Н. В. Коровин . – 14-е изд. перераб. . – М. : Академия, 2013 . – 496 с. – (Высшее профессиональное образование . Бакалавриат) . - ISBN 978-5-7695-9864-7 .;
3. Коровин, Н. В. Общая химия. Лабораторный практикум : учебное пособие / Н. В. Коровин, В. К. Камышова, Е. Я. Удрис ; общ. ред. Н. В. Коровин . – М. : КноРус, 2015 . – 336 с. – (Бакалавриат) . - ISBN 978-5-406-04140-6 .;
4. Общая химия. Теория и задачи : учебное пособие / ред. Н. В. Коровин, Н. В. Кулешов . – 2-е изд., стер . – Санкт-Петербург : Лань, 2017 . – 492 с. – (Учебники для вузов. Специальная литература) . - ISBN 978-5-8114-1736-0 .;
5. Основы физической химии воды и водных растворов : лабораторный практикум по курсу "Физическая химия" по направлению подготовки бакалавров 13.03.01 "Теплоэнергетика и теплотехника" / С. В. Тютрина, О. Ю. Григорьева, Е. Я. Удрис, И. И. Ланская, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" (НИУ"МЭИ") . – Москва : Изд-во МЭИ, 2021 . – 92 с. - Авторы указаны на

обороте тит.л. - ISBN 978-5-7046-2510-0 .  
<http://elibr.mpei.ru/elibr/view.php?id=11807>.

## 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. База данных Web of Science - <http://webofscience.com/>
5. База данных Scopus - <http://www.scopus.com>
6. Журнал Science - <https://www.sciencemag.org/>
7. Портал открытых данных Российской Федерации - <https://data.gov.ru>
8. База открытых данных Министерства труда и социальной защиты РФ - <https://rosmintrud.ru/opendata>
9. База открытых данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ - <http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/>
10. База открытых данных Министерства экономического развития РФ - <http://www.economy.gov.ru>

## 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	А-409, Учебная аудитория каф. "ХиЭЭ"	парта со скамьей, стол преподавателя, стул, доска меловая, мультимедийный проектор, экран
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	А-409, Учебная аудитория каф. "ХиЭЭ"	парта со скамьей, стол преподавателя, стул, доска меловая, мультимедийный проектор, экран
Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий	А-413/2, Лаборатория каф. "ХиЭЭ"	стол преподавателя, стул, шкаф для хранения инвентаря, доска меловая, оборудование для экспериментов, учебно-наглядное пособие
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	А-409, Учебная аудитория каф. "ХиЭЭ"	парта со скамьей, стол преподавателя, стул, доска меловая, мультимедийный проектор, экран
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	А-413/1, Кабинет	кресло рабочее, стол, стул, шкаф для



консультирования	сотрудников каф. "ХиЭЭ"	документов, шкаф для одежды, тумба, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	А-413/9, Методический кабинет каф. "ХиЭЭ"	рабочее место сотрудника, стол, стол письменный, набор инструментов для профилактического обслуживания оборудования, инвентарь учебный

## БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

## Физическая химия

(название дисциплины)

## 6 семестр

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

- КМ-1 Общие свойства растворов, осмотическое давление, закон Рауля (Расчетно-графическая работа)
- КМ-2 Расчет термодинамических параметров химической реакции с помощью высокотемпературных составляющих энтальпии. Термодинамические параметры химического процесса. Теплота сгорания топлива (Расчетно-графическая работа)
- КМ-3 Химический состав воды. Расчет жесткости воды, методы ее умягчения (Расчетно-графическая работа)
- КМ-4 Защита лабораторных работ (Лабораторная работа)

**Вид промежуточной аттестации – Зачет с оценкой.**

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
		Неделя КМ:	4	8	12	16
1	Элементы молекулярно-кинетической теории газов. Основные понятия и свойства двухкомпонентных систем					
1.1	Элементы молекулярно-кинетической теории газов. Основные понятия и свойства двухкомпонентных систем		+			
2	Основные понятия и положения химической термодинамики. Основные понятия химической кинетики.					
2.1	Основные понятия и положения химической термодинамики. Основные понятия химической кинетики.			+		
3	Химическое равновесие. Физическая адсорбция. Условия фазового равновесия.					
3.1	Химическое равновесие. Физическая адсорбция. Условия фазового равновесия.				+	
4	Сильные электролиты. Понятие кондуктометрии, виды кондуктометрии.					
4.1	Сильные электролиты. Понятие кондуктометрии, виды кондуктометрии.					+
Вес КМ, %:			25	25	25	25