

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

---

Направление подготовки/специальность: 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Наименование образовательной программы: Автономные энергетические системы. Водородная и электрохимическая энергетика

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

**Рабочая программа дисциплины**  
**ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ПОЛУЧЕНИЯ И ИССЛЕДОВАНИЯ**  
**ДИСПЕРСНЫХ СРЕД И НАНОМАТЕРИАЛОВ**

Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.Ч.07
Трудоемкость в зачетных единицах:	2 семестр - 5;
Часов (всего) по учебному плану:	180 часов
Лекции	2 семестр - 16 часов;
Практические занятия	2 семестр - 16 часов;
Лабораторные работы	2 семестр - 16 часов;
Консультации	2 семестр - 2 часа;
Самостоятельная работа	2 семестр - 129,5 часа;
в том числе на КП/КР	не предусмотрено учебным планом
Иная контактная работа	проводится в рамках часов аудиторных занятий
включая: Тестирование Реферат Лабораторная работа	
Промежуточная аттестация:	
Экзамен	2 семестр - 0,50 часа;

**Москва 2021**

## ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Нефедкин С.И.
	Идентификатор	Re4207b7b-NefedkinSI-3a80b823

(подпись)

С.И. Нефедкин

(расшифровка подписи)

## СОГЛАСОВАНО:

Руководитель  
образовательной программы

(должность, ученая степень, ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Ланская И.И.
	Идентификатор	R3db6324d-Lanskyall-6f410db9

(подпись)

И.И. Ланская

(расшифровка  
подписи)

Заведующий выпускающей  
кафедры

(должность, ученая степень, ученое звание)

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

(подпись)

Н.В. Кулешов

(расшифровка  
подписи)

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины:** изучение классических и современных методов физико-химических методов получения и исследования дисперсных сред и наноматериалов применительно к технологиям водородной и электрохимической энергетики

### Задачи дисциплины

- овладение классическими и новыми физико-химическими методами получения и синтеза дисперсных сред и наноматериалов применительно к технологиям водородной и электрохимической энергетики;
- получение практических навыков работы на современном приборном и аналитическом оборудовании для решения задач исследования параметров и характеристик элементов водородной и электрохимической энергетики;
- овладение методами принятия решений и обоснования выбора физико-химических методов получения и синтеза дисперсных сред и нано материалов, а также выбора конкретных методов для их исследования применительно к технологиям водородной и электрохимической энергетики.

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-5 Способен планировать и ставить задачи исследования автономных энергетических систем, установок водородной, электрохимической энергетики и их элементов, выбирать методы экспериментальной работы, интерпретировать и представлять результаты научных исследований в виде отчетов, рефератов, научных публикаций и на публичных обсуждениях	ИД-1 <sub>ПК-5</sub> 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>- классические и современные методы физико-химических исследований дисперсных элементов электрохимических устройств;;</li><li>- дисперсные элементы и материалы, применяемые в технологиях электрохимической и водородной энергетики, их назначение и характеристики;;</li><li>- методы проведения широкого информационного поиска по проблемам использования дисперсных элементов в электрохимических устройствах, а также методам и инструментам для исследования их характеристик;</li><li>- основные термины, определения и понятия дисперсных систем;.</li></ul> <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- выбирать физико-химические методы и инструменты для исследования элементов водородных и электрохимических технологий;;</li><li>- анализировать информацию о новых физико-химических методах получения и инструментах для проведения исследований дисперсных элементов электрохимических устройств;;</li><li>- вести дискуссии по профессиональной тематике;;</li></ul>

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
		<ul style="list-style-type: none"> <li>- применять полученные знания при проектировании и исследовании элементов технологий водородной и электрохимической энергетики;;</li> <li>- использовать терминологию в области элементов электрохимической и водородной энергетики;;</li> <li>- работать на аналитическом оборудовании для исследования характеристик дисперсных элементов электрохимических устройств;;</li> <li>- собирать информацию по тематике профиля;</li> <li>- проводить исследования дисперсных объектов электрохимических технологий и принимать решения в рамках своей профессиональной деятельности для решения поставленной задачи;.</li> </ul>

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Автономные энергетические системы. Водородная и электрохимическая энергетика (далее – ОПОП), направления подготовки 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника, уровень образования: высшее образование - магистратура.

Требования к входным знаниям и умениям:

- знать фундаментальные представления о физико-химических процессах
- знать использовать данные знания в термодинамических расчетах
- знать теоретические основы химических источников тока
- уметь выполнять термодинамические расчеты физико-химических процессов теплоэнергетики и теплотехники
- уметь выполнять расчет кинетических характеристик процессов для выбора оптимальных параметров работы теплоэнергетических и теплотехнических систем

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	Дисперсные элементы и наноматериалы в электрохимических устройствах Восстановители и окислители. Ионные проводники Порошки. Получение и использование.	42	2	4	4	4	-	-	-	-	-	30	-	<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 "Дисперсные элементы и наноматериалы в электрохимических устройствах Восстановители и окислители. Ионные проводники Порошки. Получение и использование." 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 практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Дисперсные элементы и наноматериалы в электрохимических устройствах Восстановители и окислители. Ионные проводники Порошки. Получение и использование." подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Дисперсные элементы и наноматериалы в электрохимических устройствах Восстановители и окислители. Ионные</p>
1.1	Дисперсные элементы и наноматериалы в электрохимических устройствах Восстановители и окислители. Ионные проводники Порошки. Получение и использование.	42		4	4	4	-	-	-	-	-	30	-	

													проводники Порошки. Получение и использование." <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], стр. 7–20, 42–73, 185–211 [3], стр. 39–57
2	Нанотехнологии и наноматериалы в электрохимических устройствах. Методы микроскопии	36	4	8	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 "Нанотехнологии и наноматериалы в электрохимических устройствах. Методы микроскопии" материалу.
2.1	Нанотехнологии и наноматериалы в электрохимических устройствах. Методы микроскопии	36	4	8	4	-	-	-	-	-	20	-	<b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Нанотехнологии и наноматериалы в электрохимических устройствах. Методы микроскопии" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Нанотехнологии и наноматериалы в электрохимических устройствах. Методы микроскопии" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], стр. 7–20, 42–73 , 160–175 [2], стр. 47–58
3	Оптические и спектральные методы. Методы исследования структуры дисперсных элементов и наноматериалов	38	4	4	4	-	-	-	-	-	26	-	<b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Оптические и спектральные методы. Методы исследования структуры дисперсных элементов и наноматериалов" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях
3.1	Оптические и	38	4	4	4	-	-	-	-	-	26	-	<b><u>Самостоятельное изучение</u></b>

	спектральные методы. Методы исследования структуры дисперсных элементов и наноматериалов													<p><b><u>теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Оптические и спектральные методы. Методы исследования структуры дисперсных элементов и наноматериалов"</p> <p><b><u>Подготовка реферата:</u></b> В рамках реферативной части студенту необходимо провести обзор литературных источников по выбранной теме, комплексно осветить вопрос в соответствии с темой реферата, подготовить презентацию для выступления по результатам работы на семинарском занятии. В качестве тем реферата студенту предлагаются следующие варианты: Подготовка и защита научного доклада на основе изучения научной статьи из ведущего научного журнала по проблеме водородной и электрохимической энергетики.</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], стр.131-137, 175–185, 185–211 [3], стр. 57-67</p>
4	Методы очистки водных дисперсных систем. Методы работы с информационными ресурсами и подготовка научной работы	28	4	-	4	-	-	-	-	-	20	-	<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 "Методы очистки водных дисперсных систем. Методы работы с информационными ресурсами и подготовка научной работы" 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 практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Методы очистки водных дисперсных систем. Методы работы с информационными ресурсами и</p>	
4.1	Методы очистки водных дисперсных систем. Методы работы с информационными ресурсами и подготовка научной работы	28	4	-	4	-	-	-	-	-	20	-	<p><b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы</p> <p><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Методы очистки водных дисперсных систем. Методы работы с информационными ресурсами и</p>	

													подготовка научной работы" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Методы очистки водных дисперсных систем. Методы работы с информационными ресурсами и подготовка научной работы" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], стр.137-143, 143–153 [4], 274-306
	Экзамен	36.00	-	-	-	-	2	-	-	0.50	-	33.50	
	Всего за семестр	180.00	16	16	16	-	2	-	-	0.50	96	33.50	
	Итого за семестр	180.00	16	16	16		2		-	0.50		129.50	

**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. Дисперсные элементы и наноматериалы в электрохимических устройствах Восстановители и окислители. Ионные проводники Порошки. Получение и использование.

1.1. Дисперсные элементы и наноматериалы в электрохимических устройствах  
Восстановители и окислители. Ионные проводники Порошки. Получение и использование.  
Место электрохимической и водородной энергетики в структуре энергетики.  
Перспективы и проблемы. Дисперсные элементы электрохимической энергетики: назначение и устройство. Диафрагмы, мембраны, сепараторы, газодиффузионные электроды, каталитические слои и носители, бипористые, газодиффузионные и гидрофобизированные электроды. Их функциональное назначение, характеристики, методы получения и исследования. Характеристика и классификация дисперсионных систем. Классификация по агрегатному состоянию фаз. Пены, газовые эмульсии, насыщенные газами растворы электролитов. Суспензии, гели, пасты. Коллоидные системы. Лиофобные коллоидные растворы (золи). Лиофильные коллоидные растворы высокомолекулярных соединений (ВМС). Микрогетерогенные системы. Твердые дисперсные материалы. Классификация порошков и общая характеристика. Свойства порошков. Устойчивость порошков. Диспергационные методы. Методы получения и рассева порошков. Дробление. Помол. Мельницы: шаровые, вибрационные, коллоидные. Ультразвуковое диспергирование. Рассев и разделение по фракциям. Прессование и прокатка порошков. Технология получения бипористых металлокерамических электродов на основе порошков никеля и титана. Практическое применение порошков и электродов на их основе..

#### 2. Нанотехнологии и наноматериалы в электрохимических устройствах. Методы микроскопии

2.1. Нанотехнологии и наноматериалы в электрохимических устройствах. Методы микроскопии

Определения и терминология. Наночастицы. Проблема образования агломератов  
Наноматериалы. Углеродные нано материалы: нанотрубки, нановолокна, фуллерены, графен, нанокристаллы. Основы кристаллографии. Индексы Миллера, индексы Вейса. Методы получения наноматериалов. Электроспиннинг. Метод Бредига. Способ Сведберга. Эффект Ребиндера. Конденсационные методы. Восстановление. Окисление. Гидролиз. Реакции обмена. Теория Веймарна. Метод Реннея. Скелетные катализаторы. Методы распыления: воздушное, вакуумное. Плазматроны, магнетроны. Особенности кинетики и массопереноса при использовании нанодисперсных материалов в электрохимических устройствах. Основные вид микроскопии и диапазоны применимости. Оптическая микроскопия. Электронная микроскопия. Растровая электронная микроскопия. Сканирующая микроскопия. Сканирующая туннельная и атомно-силовая микроскопия. Электрохимическая туннельная микроскопия и спектроскопия..

#### 3. Оптические и спектральные методы. Методы исследования структуры дисперсных элементов и наноматериалов

3.1. Оптические и спектральные методы. Методы исследования структуры дисперсных элементов и наноматериалов

Оптические методы. Элементный анализ поверхности. Элементный анализ объемного состава жидкой и твердой фаз. Фазовый анализ. Спектрофотометрия. Атомно-абсорбционная спектрометрия. Люминесцентный метод анализа. Дифрактометрия. Основные характеристики пористых материалов и методы их исследования. Методы порометрии. Классификация и диапазон. Метод ртутной порометрии. Метод эталонной контактной

порометрии. Методы низкотемпературной адсорбции (метод БЭТ). Метод капиллярной конденсации. Метод электронной микроскопии. Экспресс методы определения характеристик пористых электродов..

#### 4. Методы очистки водных дисперсных систем. Методы работы с информационными ресурсами и подготовка научной работы

4.1. Методы очистки водных дисперсных систем. Методы работы с информационными ресурсами и подготовка научной работы

Использование дисперсных материалов для очистки водных и газовых технологических сред. Диализ. Ультрафильтрация. Микрофильтрация. Электродиализ. Комбинированные методы очистки. Методы получения фильтрующих элементов. Методы и объекты информационного поиска Информационные ресурсы научно-технических и патентных источников в области наноматериалов. Научная статья: структура, методы подготовки и реализации. Патент: структура, международная классификация, патентный поиск, методы подготовки и реализации..

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

1. Освоение методов информационного поиска в базах данных научно-технических и патентных источников. Обсуждение методов подготовки научной статьи и патента. (4 час);

2. Подбор материалов для выполнения и защиты материалов реферата основан на изучении базы данных зарубежных научных журналов с использованием портала <http://www.sciencedirect.com>.

Тема реферата «Подготовка и защита научного доклада на основе изучения научной статьи из ведущего научного журнала по проблеме водородной и электрохимической энергетики. (4 час);

3. Материалы для выполнения реферата основаны на изучении базы данных с использованием портала <http://www.sciencedirect.com> и выборе научной статьи по специальности «Водородная и электрохимическая энергетика». Для источника информации можно рекомендовать ведущие научные журналы на английском языке. (4 час);

4. Подбор дисперсного образца для исследования каждым студентом элемента электрохимического устройства (катализатор, электрод, диафрагма и.т.п.). Измерения выполняются с использованием аналитического и лабораторного оборудовании Центра коллективного пользования «Водородная и электрохимические технологии». (4 час).

### **3.4. Темы лабораторных работ**

1. Измерение удельной поверхности дисперсных сред и их структурных характеристик методом низкотемпературной адсорбции азота (метод БЭТ);

2. Исследование структурных характеристик пористых электродов методом эталонной контактной порометрии;

3. Изготовление и испытание электродов и мембрано-электродных блоков топливного элемента с твердым полимерным электролитом;

4. Исследование структурных характеристик образцов методом растровой электронной микроскопии.

### **3.5 Консультации**

Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)

1. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Дисперсные элементы и наноматериалы в электрохимических устройствах Восстановители и окислители. Ионные проводники Порошки. Получение и использование."
2. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Нанотехнологии и наноматериалы в электрохимических устройствах. Методы микроскопии"
3. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Оптические и спектральные методы. Методы исследования структуры дисперсных элементов и наноматериалов"
4. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Методы очистки водных дисперсных систем. Методы работы с информационными ресурсами и подготовка научной работы"

### **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 термины, определения и понятия дисперсных систем;	ИД-1пк-5				+	Лабораторная работа/Методы исследования структуры дисперсных элементов и наноматериалов
методы проведения широкого информационного поиска по проблемам использования дисперсных элементов в электрохимических устройствах, а также методам и инструментам для исследования их характеристик	ИД-1пк-5			+		Реферат/Поиск источников по базам данных Интернет-ресурсов.
дисперсные элементы и материалы, применяемые в технологиях электрохимической и водородной энергетики, их назначение и характеристики;	ИД-1пк-5	+				Тестирование/Характеристика и классификация дисперсионных систем
классические и современные методы физико-химических исследований дисперсных элементов электрохимических устройств;	ИД-1пк-5		+			Тестирование/Структура пористых электродов
<b>Уметь:</b>						
проводить исследования дисперсных объектов электрохимических технологий и принимать решения в рамках своей профессиональной деятельности для решения поставленной задачи;	ИД-1пк-5		+			Тестирование/Структура пористых электродов
собирать информацию по тематике профиля	ИД-1пк-5			+		Реферат/Поиск источников по базам данных Интернет-ресурсов.
работать на аналитическом оборудовании для исследования характеристик дисперсных элементов электрохимических устройств;	ИД-1пк-5	+				Тестирование/Характеристика и классификация дисперсионных систем
использовать терминологию в области элементов электрохимической и водородной энергетики;	ИД-1пк-5				+	Лабораторная работа/Методы исследования структуры дисперсных элементов и

						наноматериалов
применять полученные знания при проектировании и исследовании элементов технологий водородной и электрохимической энергетики;	ИД-1ПК-5				+	Лабораторная работа/Методы исследования структуры дисперсных элементов и наноматериалов
вести дискуссии по профессиональной тематике;	ИД-1ПК-5				+	Лабораторная работа/Методы исследования структуры дисперсных элементов и наноматериалов
анализировать информацию о новых физико-химических методах получения и инструментах для проведения исследований дисперсных элементов электрохимических устройств;	ИД-1ПК-5	+				Тестирование/Характеристика и классификация дисперсионных систем
выбирать физико-химические методы и инструменты для исследования элементов водородных и электрохимических технологий;	ИД-1ПК-5		+			Тестирование/Структура пористых электродов

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

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

**2 семестр**

Форма реализации: Защита задания

1. Методы исследования структуры дисперсных элементов и наноматериалов (Лабораторная работа)

Форма реализации: Компьютерное задание

1. Поиск источников по базам данных Интернет-ресурсов. (Реферат)

Форма реализации: Письменная работа

1. Структура пористых электродов (Тестирование)
2. Характеристика и классификация дисперсионных систем (Тестирование)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

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

*Экзамен (Семестр №2)*

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 2 семестр.

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

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

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

1. Нефедкин, С. И. Физико-химические методы исследований в технологиях водородной и электрохимической энергетики. Курс лекций : учебное пособие по курсу "Физико-химические методы исследований в технологиях водородной и электрохимической энергетики" по направлению "Теплоэнергетика" / С. И. Нефедкин, Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) . – М. : Издательский дом МЭИ, 2008 . – 216 с. - ISBN 978-5-383-00282-7 .;
2. Нефедкин, С. И. Физико-химические методы получения и исследования дисперсных сред и наноматериалов : лабораторные работы № 1-6 : лабораторный практикум / С. И. Нефедкин, М. А. Климова, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" (НИУ"МЭИ") . – М. : Изд-во МЭИ, 2019 . – 96 с. - ISBN 978-5-7046-2134-8 .  
[http://elib.mpei.ru/action.php?kt\\_path\\_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=10863;](http://elib.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=10863)
3. Нефедкин, С. И. Физико-химические методы исследований. Лабораторные работы N 1-6: Лабораторный практикум : учебное пособие по курсу "Физико-химические методы исследований в технологиях водородной энергетики" по направлению "Теплоэнергетика" / С. И. Нефедкин, Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) . – М. : Издательский дом МЭИ, 2009 . – 78 с. - ISBN 978-5-383-00159-2 .  
[http://elib.mpei.ru/action.php?kt\\_path\\_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=384;](http://elib.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=384)

4. 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>.

### 5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. Office / Российский пакет офисных программ;
2. Windows / Операционная система семейства Linux;
3. Майнд Видеоконференции.

### 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. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>
8. Портал открытых данных Российской Федерации - <https://data.gov.ru>
9. База открытых данных Министерства труда и социальной защиты РФ - <https://rosmintrud.ru/opendata>
10. База открытых данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ - <http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/>
11. 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	Б-301а, Научно-образовательная лаборатория "Водородная энергетика и электрохимические технологии"	рабочее место сотрудника, стул, стол письменный, оборудование для экспериментов, оборудование учебное, компьютер персональный, принтер, 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	НТБ-302, Читальный зал	стул, стол письменный,

самостоятельной работы	отдела обслуживания учебной литературой	компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный
Помещения для консультирования	А-409, Учебная аудитория каф. "ХиЭЭ"	парта со скамьей, стол преподавателя, стул, доска меловая, мультимедийный проектор, экран
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

### Физико-химические методы получения и исследования дисперсных сред и наноматериалов

(название дисциплины)

#### 2 семестр

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

- КМ-1 Характеристика и классификация дисперсионных систем (Тестирование)
- КМ-2 Структура пористых электродов (Тестирование)
- КМ-3 Поиск источников по базам данных Интернет-ресурсов. (Реферат)
- КМ-4 Методы исследования структуры дисперсных элементов и наноматериалов (Лабораторная работа)

**Вид промежуточной аттестации – Экзамен.**

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
		Неделя КМ:	4	8	12	15
1	Дисперсные элементы и наноматериалы в электрохимических устройствах Восстановители и окислители. Ионные проводники Порошки. Получение и использование.					
1.1	Дисперсные элементы и наноматериалы в электрохимических устройствах Восстановители и окислители. Ионные проводники Порошки. Получение и использование.		+			
2	Нанотехнологии и наноматериалы в электрохимических устройствах. Методы микроскопии					
2.1	Нанотехнологии и наноматериалы в электрохимических устройствах. Методы микроскопии			+		
3	Оптические и спектральные методы. Методы исследования структуры дисперсных элементов и наноматериалов					
3.1	Оптические и спектральные методы. Методы исследования структуры дисперсных элементов и наноматериалов				+	
4	Методы очистки водных дисперсных систем. Методы работы с информационными ресурсами и подготовка научной работы					
4.1	Методы очистки водных дисперсных систем. Методы работы с информационными ресурсами и подготовка научной работы					+
Вес КМ, %:			25	25	25	25