

**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**  
**ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ХИМИЧЕСКИХ ИСТОЧНИКОВ ТОКА**


<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.09.06</b>
<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>	<b>7 семестр - 5;</b>
<b>Часов (всего) по учебному плану:</b>	<b>180 часов</b>
<b>Лекции</b>	<b>7 семестр - 32 часа;</b>
<b>Практические занятия</b>	<b>7 семестр - 16 часов;</b>
<b>Лабораторные работы</b>	<b>7 семестр - 32 часа;</b>
<b>Консультации</b>	<b>7 семестр - 2 часа;</b>
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>7 семестр - 97,5 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>Тестирование</b>	
<b>Дискуссия</b>	
<b>Промежуточная аттестация:</b>	
<b>Экзамен</b>	<b>7 семестр - 0,5 часа;</b>

**Москва 2020**

**ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:**

Преподаватель

(должность)

	<b>Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»</b>	
	<b>Сведения о владельце ЦЭП МЭИ</b>	
	Владелец	Смирнов С.Е.
	Идентификатор	Rb75d7171-SmirnovSY-bebf2b9b

(подпись)


С.Е. Смирнов

(расшифровка  
подписи)

**СОГЛАСОВАНО:**

Руководитель  
образовательной программы

(должность, ученая степень, ученое звание)

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


(подпись)

И.И. Ланская

(расшифровка  
подписи)

Заведующий выпускающей  
кафедры

(должность, ученая степень, ученое звание)

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

(подпись)

Н.В. Кулешов

(расшифровка  
подписи)

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины:** изучение основ теории процессов, протекающих в химически источниках тока (ХИТ) для последующего использования при разработке технологии ХИТ и улучшении параметров ХИТ

### Задачи дисциплины

- изучить основные законы и понятия в теориях химических источников тока;
- освоить выполнение научных исследований и проводить теоретические расчеты в области ХИТ;
- создавать новые электрохимические системы для ХИТ и основы новых технологий ХИТ с использованием последних достижений теории ХИТ.

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-2 Способен к организации технического и материального обеспечения эксплуатации автономных энергетических систем и их элементов	ИД-1 <sub>ПК-2</sub> обосновывает потребности в техническом и материальном обеспечении эксплуатации автономных энергетических систем и их элементов	знать: - основные термины, определения и понятия в области электрохимической энергетики.  уметь: - рассчитывать технико-экономические показатели с целью их использования для проектирования химических источников тока.
ПК-2 Способен к организации технического и материального обеспечения эксплуатации автономных энергетических систем и их элементов	ИД-2 <sub>ПК-2</sub> осуществляет контроль норм расхода всех видов энергоресурсов автономных энергетических систем и их элементов	знать: - основы конструктивного выполнения химических источников тока с целью контроля норм расхода всех видов энергоресурсов.  уметь: - осуществлять контроль норм расхода всех видов энергоресурсов химических источников тока и их элементов.
ПК-4 Способен к разработке мероприятий по совершенствованию технологии производства автономных энергетических систем и их элементов	ИД-1 <sub>ПК-4</sub> выполняет сбор, обработку, анализ и обобществление отечественного и международного опыта в области исследований и разработки автономных энергетических систем и их элементов	знать: - основные источники научно-технической информации по химическим источникам тока, материалы, применяемые в химических источниках тока, их классификацию и маркировку.  уметь: - анализировать информацию о новых наноматериалах и энергосберегающих технологиях, применять наиболее эффективные с технико-экономической точки зрения материалы и технологии для решения поставленной задачи.

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-2 <sub>ПК-4</sub> анализирует научную проблематику области исследований и разработки автономных энергетических систем и их элементов	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- проблемы создания элементной базы (электрокатализаторы и электролиты) для разрабатываемых химических источников тока.</li> </ul> <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- рассчитывать и анализировать электрохимические процессы в химических источниках тока, проводить материальные, тепловые, гидравлические расчеты, составлять математические модели и проводить оптимизационные расчеты элементов, батарей, генераторов и электрохимических энергоустановок.</li> </ul>
ПК-4 Способен к разработке мероприятий по совершенствованию технологии производства автономных энергетических систем и их элементов	ИД-3 <sub>ПК-4</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>- современные методы проведения экспериментальных исследований автономных энергетических систем и их элементов.</li> </ul> <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- использовать программы обработки экспериментальных данных полученных на современном лабораторном оборудовании для оценки, прогнозирования и расчета ХИТ.</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 физико.-математический аппарат по дисциплинам химия, физика, теоретическая электрохимия
- уметь самостоятельно работать, принимать решения в рамках своей профессиональной деятельности ; использовать информационные технологии в своей предметной области

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	Термодинамика и кинетика ХИТ.	36	7	8	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 "Термодинамика и кинетика ХИТ." материалу.</p> <p><b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу Термодинамика и кинетика ХИТ. и подготовка к контрольной работе</p> <p><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Термодинамика и кинетика ХИТ." подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Термодинамика и кинетика ХИТ."</p> <p><b><u>Подготовка расчетных заданий:</u></b> Задания ориентированы на решения минизаданий по разделу "Термодинамика и кинетика ХИТ.". Студенты необходимо повторить теоретический материал, разобрать примеры решения аналогичных задач. провести расчеты по варианту задания и сделать</p>
1.1	Термодинамика и кинетика ХИТ.	36		8	4	4	-	-	-	-	-	20	-	

													<p>ВЫВОДЫ.  <u><b>Изучение материалов литературных источников:</b></u>  [1], стр. 7–20, 32–41, 42-46  [2], стр. 5–27, 54–87  [4], стр. 336-370</p>
2	Первичные ХИТ.	36	8	12	4	-	-	-	-	-	12	-	<p><u><b>Подготовка к лабораторной работе:</b></u> 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 "Первичные ХИТ." материалу.  <u><b>Подготовка к аудиторным занятиям:</b></u>  Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы  <u><b>Самостоятельное изучение теоретического материала:</b></u> Изучение дополнительного материала по разделу "Первичные ХИТ."  <u><b>Подготовка расчетных заданий:</b></u> Задания ориентированы на решения минизадч по разделу "Первичные ХИТ.". Студенты необходимо повторить теоретический материал, разобрать примеры решения аналогичных задач. провести расчеты по варианту задания и сделать выводы.  <u><b>Изучение материалов литературных источников:</b></u>  [1], стр. 21–32, 87–189, 199-252, 255-284  [2], стр. 42-54, 5-27,208-280  [3], стр. 24-28, 4-8.  [4], стр.386-308</p>
2.1	Первичные ХИТ.	36	8	12	4	-	-	-	-	-	12	-	
3	Аккумуляторы	36	8	16	4	-	-	-	-	-	8	-	<p><u><b>Подготовка к лабораторной работе:</b></u> 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</p>
3.1	Аккумуляторы	36	8	16	4	-	-	-	-	-	8	-	

														<p>разделе "Аккумуляторы" материалу.  <b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b>  Изучение материала по разделу "Аккумуляторы" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях  <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Аккумуляторы"  <b><u>Подготовка расчетных заданий:</u></b> Задания ориентированы на решения минизаданий по разделу "Аккумуляторы". Студенты необходимо повторить теоретический материал, разобрать примеры решения аналогичных задач. провести расчеты по варианту задания и сделать выводы.  <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b>  [1], стр. 285-566, 567-594, 629-664  [2], стр. 9-33  [3], стр. 9-12,24-28</p>
4	Топливные элементы.	36		8	-	4	-	-	-	-	-	24	-	
4.1	Топливные элементы.	36		8	-	4	-	-	-	-	-	24	-	<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 "Топливные элементы." материалу.  <b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b>  Изучение материала по разделу "Топливные элементы." подготовка к выполнению заданий на практических занятиях  <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Топливные элементы."  <b><u>Подготовка расчетных заданий:</u></b> Задания ориентированы на решения минизаданий по разделу "Топливные элементы.". Студенты</p>

													необходимо повторить теоретический материал, разобрать примеры решения аналогичных задач. провести расчеты по варианту задания и сделать выводы. <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [2], стр. 106-158, 162-211, 212-262
	Экзамен	36.0	-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5	
	Всего за семестр	180.0	32	32	16	-	2	-	-	0.5	64	33.5	
	Итого за семестр	180.0	32	32	16		2		-	0.5		97.5	

**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. Термодинамика и кинетика ХИТ.

#### 1.1. Термодинамика и кинетика ХИТ.

Определение ХИТ. Электродные реакции в ХИТ. Электрохимические системы. Типы ХИТ: первичные и вторичные ХИТ. Топливные элементы. Первый, второй и объединенный законы Фарадея. Электродвижущая сила (ЭДС) ХИТ и ее расчет. Равновесные потенциалы электродов и ЭДС ХИТ. Измерение ЭДС и электродных потенциалов. Электроды сравнения. Термодинамически идеальный КПД ХИТ. Требования, предъявляемые к восстановителю ХИТ. Теоретические параметры восстановителей: электродные потенциалы и удельные значения емкостей. Коэффициенты диффузии восстановителей. Основные виды восстановителей ХИТ: водород, цинк, железо, кадмий, магний, алюминий, литий, борогидрид натрия. Органические восстановители: метанол, этанол. Кислород, Твердые оксидные, гидроксидные сульфидные и сульфоксидные окислители ХИТ. Диоксид серы. Требования к ионным проводникам ХИТ. Классификация ионных проводников ХИТ. Требования к неводным растворителям. Свойства неводных растворов электролитов. Выбор растворителей и солей для ионных проводников. Органические и неорганические растворители. Электропроводность неводных растворов электролитов. Расплавленные электролиты и их электропроводность. Матричные. Свойства матричных электролитов. Классификация твердых электролитов. Свойства твердых электролитов Полимерные электролиты и их классификация. Ионообменные полимерные электролиты, механизм проводимости. Причины и виды поляризации. Диффузионная поляризация. Скорость процесса электрохимического разряда. Плотность тока обмена. Уравнение Тафеля. Химическая поляризация. Предельный ток при химической поляризации. Электрокатализ. Нанокатализаторы. Макрокинетика электродных процессов. Пористые электроды и их параметры. Особенности кинетики. Характерная длина процесса. Жидкостный пористый электрод. Гидрофильный и гидрофобный газодиффузионный электрод. Газогенерирующий электрод.

### 2. Первичные ХИТ.

#### 2.1. Первичные ХИТ.

Напряжение ХИТ. Вольтамперная и разрядная кривые. Мощность, Емкость и энергия ХИТ. Нормированный ток. Удельные параметры и эксплуатационные характеристики ХИТ. Удельные энергия и мощность ХИТ., глубина разряда. Саморазряд ХИТ. Сохраняемость и ресурс ХИТ. Тепловые процессы в ХИТ. Классификация первичных ХИТ. Основные характеристики и параметры . первичных ХИТ. Традиционные первичные ХИТ. Марганцево-цинковые ХИТ с солевым и щелочным электролитом. Серебряно-цинковые и ртутно-цинковые ХИТ. Воздушно-металлические первичные ХИТ. Механизм процессов восстановления кислорода воздуха в ХИТ. Воздушно-цинковые и воздушно-алюминиевые ХИТ. Водоактивируемые ХИТ. Ампульные ХИТ. Тепловые ХИТ. Анодные компоненты. Катодные компоненты. Электролиты. Механизмы процессов Параметры ХИТ..

### 3. Аккумуляторы

#### 3.1. Аккумуляторы

Классификация. Процессы в аккумуляторах и параметры аккумуляторов. Основные проблемы и достижения. Области применения. Свинцовые аккумуляторы. Компоненты. Процессы. Типы аккумуляторов. Параметры. Щелочные аккумуляторы. Классификация. Разрядно - зарядные процессы. Параметры. Никель-водородные и никель-металл гидридные аккумуляторы. Интеркаляция. Анодные процессы. Катодные компоненты и процессы.

Наноматериалы для аккумуляторов. Литиевые аккумуляторы. Параметры аккумуляторов. Литий- ионные и литий- полимерные аккумуляторы. Классификация .Типы конденсаторов. Процессы. Компоненты. Параметры. Основные проблемы и достижения. Области применения..

#### 4. Топливные элементы.

##### 4.1. Топливные элементы.

Классификация. Процессы и параметры. Электрохимические генераторы и энергоустановки. Области применения. Процессы и виды топливных элементов. Топливные элементы первого поколения. Топливные элементы космического назначения. Электрохимические энергоустановки (ЭЭУ). Полимерные электролиты для ТЭ. Основные компоненты. Параметры ТЭ и ЭЭУ. Топливные элементы с фосфорнокислым электролитом. Основные понятия и процессы. Электроды, электролит. Параметры ТЭ. Электрохимические энергоустановки и их параметры. Топливные элементы с расплавленным электролитом. Процессы в ТЭ. Топливные элементы. ЭЭУ и их параметры. Топливные элементы с твердооксидным электролитом. Процессы в ТЭ. Типы ТЭ. Параметры ТЭ и ЭЭУ. Гибридные ЭЭУ. Метанольные топливные элементы. Процессы в ТЭ. Проблемы ТЭ. Типы и параметры ТЭ. Особенности и типы ПИТТЭ. Восстановители для ПИТТЭ. Параметры ПИТТЭ. Перспективы применения ЭЭУ на основе ТЭ. Сравнение параметров ЭЭУ с параметрами других энергоустановок. Стационарные ЭЭУ. Транспортные ЭЭУ..

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

1. Расчет термодинамических параметров ХИТ ( 2 час);
2. Расчет кинетических параметров электродов ( 2 час);
3. Расчет параметров первичных элементов ( 2 час);
4. Расчет параметров аккумуляторов ( 2 час);
5. Расчет параметров топливных элементов ( 2 час);
6. Расчет параметров конденсаторов ( 2 час);
7. Расчет параметров энергоустановок ( 2 час).

### **3.4. Темы лабораторных работ**

1. Изучение процесса восстановления кислорода. ( 8 час).;
2. Марганцево-цинковый первичный элемент ( 8 час).;
3. Анодное поведение алюминия в нейтральной среде ( 8 час);
4. Исследование никель-кадмиевого щелочного аккумулятора ( 8 час).

### **3.5 Консультации**

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

1. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Термодинамика и кинетика ХИТ."
2. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Первичные ХИТ."
3. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Аккумуляторы"
4. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Топливные элементы."

### **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 в области электрохимической энергетики	ИД-1ПК-2	+				Дискуссия/Защита расчетных заданий
основы конструктивного выполнения химических источников тока с целью контроля норм расхода всех видов энергоресурсов	ИД-2ПК-2	+				Тестирование/Равновесные потенциалы электродов. Поляризация электродов. Поляризационные кривые
основные источники научно-технической информации по химическим источникам тока, материалы, применяемые в химических источниках тока, их классификацию и маркировку	ИД-1ПК-4		+			Тестирование/ХИТ
проблемы создания элементной базы (электрокатализаторы и электролиты) для разрабатываемых химических источников тока	ИД-2ПК-4	+				Тестирование/Равновесные потенциалы электродов. Поляризация электродов. Поляризационные кривые
современные методы проведения экспериментальных исследований автономных энергетических систем и их элементов	ИД-3ПК-4	+	+			Дискуссия/Защита лабораторных работ Дискуссия/Защита расчетных заданий
<b>Уметь:</b>						
рассчитывать технико-экономические показатели с целью их использования для проектирования химических источников тока	ИД-1ПК-2	+		+		Дискуссия/Защита расчетных заданий
осуществлять контроль норм расхода всех видов энергоресурсов химических источников тока и их элементов	ИД-2ПК-2		+			Дискуссия/Защита расчетных заданий
анализировать информацию о новых наноматериалах и энергосберегающих технологиях, применять наиболее эффективные с технико-экономической точки зрения материалы и технологии для решения поставленной задачи	ИД-1ПК-4				+	Дискуссия/Защита расчетных заданий
рассчитывать и анализировать электрохимические процессы в химических источниках тока, проводить материальные, тепловые, гидравлические расчеты, составлять математические модели и	ИД-2ПК-4			+		Дискуссия/Защита расчетных заданий

проводить оптимизационные расчеты элементов, батарей, генераторов и электрохимических энергоустановок						
использовать программы обработки экспериментальных данных полученных на современном лабораторном оборудовании для оценки, прогнозирования и расчета ХИТ	ИД-3ПК-4	+	+	+	+	Дискуссия/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**

7 семестр

Форма реализации: Письменная работа

1. Равновесные потенциалы электродов. Поляризация электродов. Поляризационные кривые (Тестирование)
2. ХИТ (Тестирование)

Форма реализации: Устная форма

1. Защита лабораторных работ (Дискуссия)
2. Защита расчетных заданий (Дискуссия)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

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

Экзамен (Семестр №7)

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

В диплом выставляется оценка за 7 семестр.

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

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

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

1. Химические источники тока : Справочник / Ред. Н. В. Коровин, А. М. Скундин . – М. : Изд-во МЭИ, 2003 . – 740 с. - ISBN 5-7046-0899-X .;
2. Коровин, Н. В. Топливные элементы и электрохимические энергоустановки / Н. В. Коровин . – М. : Изд-во МЭИ, 2005 . – 280 с. - ISBN 5-7046-1185-0 .;
3. Смирнов, С. Е. Теоретические основы химических источников тока : лабораторный практикум / С. Е. Смирнов, И. А. Пуцылов, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" . – М. : Изд-во МЭИ, 2017 . – 36 с.  
[http://elib.mpei.ru/action.php?kt\\_path\\_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=8947](http://elib.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=8947);
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. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>
7. Журнал Science - <https://www.sciencemag.org/>
8. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>
9. Портал открытых данных Российской Федерации - <https://data.gov.ru>
10. База открытых данных Министерства труда и социальной защиты РФ - <https://rosmintrud.ru/opendata>
11. База открытых данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ - <http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/>
12. 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-413/11, Учебная аудитория каф. "ХиЭЭ"	рабочее место сотрудника, стол преподавателя, стул, шкаф, шкаф для хранения инвентаря, стол письменный, доска меловая, лабораторный стенд, компьютер персональный, принтер, инвентарь учебный
Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий	А-413/10, Лаборатория каф. "ХиЭЭ"	стол, стул, шкаф, шкаф для документов, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, стенд лабораторный
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	А-413/3, Компьютерный класс каф. "ХиЭЭ"	рабочее место сотрудника, стол, стул, шкаф, шкаф для одежды, стол письменный, компьютерная сеть с выходом в Интернет, ноутбук, компьютер персональный
Помещения для консультирования	А-413/6, Учебная аудитория	рабочее место сотрудника, стол преподавателя, стул, доска меловая, наборы демонстрационного оборудования, учебно-наглядное пособие

**БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ****Теоретические основы химических источников тока**

(название дисциплины)

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

- КМ-1 Равновесные потенциалы электродов. Поляризация электродов. Поляризационные кривые (Тестирование)  
 КМ-2 ХИТ (Тестирование)  
 КМ-3 Защита расчетных заданий (Дискуссия)  
 КМ-4 Защита лабораторных работ (Дискуссия)

**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	Термодинамика и кинетика ХИТ.					
1.1	Термодинамика и кинетика ХИТ.		+		+	+
2	Первичные ХИТ.					
2.1	Первичные ХИТ.			+	+	+
3	Аккумуляторы					
3.1	Аккумуляторы				+	+
4	Топливные элементы.					
4.1	Топливные элементы.				+	+
Вес КМ, %:			25	25	25	25