

**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**  
**ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА ИНЖЕНЕРНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ**

<b>Блок:</b>	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
<b>Часть образовательной программы:</b>	Обязательная
<b>№ дисциплины по учебному плану:</b>	Б1.О.05
<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>	2 семестр - 2;
<b>Часов (всего) по учебному плану:</b>	72 часа
<b>Лекции</b>	2 семестр - 16 часов;
<b>Практические занятия</b>	2 семестр - 16 часов;
<b>Лабораторные работы</b>	не предусмотрено учебным планом
<b>Консультации</b>	проводится в рамках часов аудиторных занятий
<b>Самостоятельная работа</b>	2 семестр - 39,7 часа;
<b>в том числе на КП/КР</b>	не предусмотрено учебным планом
<b>Иная контактная работа</b>	проводится в рамках часов аудиторных занятий
<b>включая:</b> Дискуссия Доклад	
<b>Промежуточная аттестация:</b>	
<b>Зачет</b>	2 семестр - 0,3 часа;

**Москва 2024**

**ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:**

Преподаватель

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Климова М.А.
	Идентификатор	R65e6a946-KlimovaMA-47ce202b

М.А. Климова

**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:** приобретение навыков инженерного исследования для совершенствования технологии производства водорода в электролизерах, выработки электроэнергии в автономных системах

### Задачи дисциплины

- формулировка цели и задачи исследования;
- сбор, обработка и анализ информации в области в автономных энергетических систем, водородной и электрохимической энергетик в соответствии с задачами инженерного исследования;
- освоение современных методов инженерного исследования в области производства водорода в электролизерах воды и выработке электроэнергии в электрохимических энергоустановках и химических источниках тока;
- освоение современной приборной базы предназначенной для экспериментальных исследований;
- применение на практике математических методов обработки результатов исследований;
- обработка и анализ результатов инженерных исследований.

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
ОПК-1 Способен формулировать цели и задачи исследования, выявлять приоритеты решения задач, выбирать критерии оценки	ИД-1 <sub>ОПК-1</sub> Формулирует цели и задачи исследования	знать: - цели и задачи исследований в области автономных энергетических систем, водородной и электрохимической энергетики.  уметь: - формулировать цели и задачи исследования.
ОПК-1 Способен формулировать цели и задачи исследования, выявлять приоритеты решения задач, выбирать критерии оценки	ИД-2 <sub>ОПК-1</sub> Определяет последовательность решения задач	знать: - основы теории вероятностей и математической статистики в инженерном исследовании.  уметь: - определять последовательность решения задач.
ОПК-1 Способен формулировать цели и задачи исследования, выявлять приоритеты решения задач, выбирать критерии оценки	ИД-3 <sub>ОПК-1</sub> Формулирует критерии принятия решения	знать: - основы математической статистики в формулировании критерия принятия решения.  уметь: - выявлять приоритеты решения задач.
ОПК-2 Способен применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной	ИД-1 <sub>ОПК-2</sub> Выбирает необходимый метод исследования для решения поставленной задачи	знать: - способы и методы проведения физико-химических исследований.  уметь:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
работы		- проводить физико-химические исследования в области автономных энергетических систем, водородной и электрохимической энергетики.
ОПК-2 Способен применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы	ИД-2 <sub>ОПК-2</sub> Проводит анализ полученных результатов	<p>знать:</p> <p>- основы математического анализа результатов экспериментального исследования.</p> <p>уметь:</p> <p>- проводить анализ полученных результатов исследования.</p>
ОПК-2 Способен применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы	ИД-3 <sub>ОПК-2</sub> Представляет результаты выполненной работы	<p>знать:</p> <p>- знать правила обработки и оформления результатов инженерного исследования.</p> <p>уметь:</p> <p>- представлять результаты выполненной работы.</p>

## 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 «Теоретическая электрохимия», «Физическая химия», «Водородная и электрохимическая энергетика», «Теоретические основы химических источников тока».
- уметь Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при изучении следующих дисциплин «Технология производства химических источников тока», «Автономные энергоустановки и системы», для проведения научно-исследовательской работы (НИР). Знания, полученные по освоению дисциплины, необходимы для выполнения выпускной квалификационной работы магистра

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 2 зачетных единицы, 72 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	Использование теории вероятностей и математической статистики в инженерном исследовании. Теория погрешностей и практика их оценки. Основы математического анализа результатов экспериментального исследования. Правила работы с источниками научно-технической информации (журналы, сайты Интернет) по электрохимии и химическим источникам тока.	17.7	2	4	-	4	-	-	-	-	-	9.7	-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Использование теории вероятностей и математической статистики в инженерном исследовании. Теория погрешностей и практика их оценки. Основы математического анализа результатов экспериментального исследования. Правила работы с источниками научно-технической информации (журналы, сайты Интернет) по электрохимии и химическим источникам тока." <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], 57-75; 175-190
1.1	Использование теории вероятностей и математической статистики в инженерном исследовании. Теория	17.7		4	-	4	-	-	-	-	-	9.7	-	

	погрешностей и практика их оценки. Основы математического анализа результатов экспериментального исследования. Правила работы с источниками научно-технической информации (журналы, сайты Интернет) по электрохимии и химическим источникам тока.													
2	Теоретические методы исследования. Аналитические методы, аналитические с использованием эксперимента, вероятностно-статистические, методы системного анализа. Методы сравнительных характеристик для оценки установок водородной энергетики, электрохимических реакторов, аккумуляторов, первичных элементов, топливных элементов	18	4	-	4	-	-	-	-	-	10	-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Теоретические методы исследования. Аналитические методы, аналитические с использованием эксперимента, вероятностно-статистические, методы системного анализа. Методы сравнительных характеристик для оценки установок водородной энергетики, электрохимических реакторов, аккумуляторов, первичных элементов, топливных элементов"	
2.1	Теоретические методы исследования.	18	4	-	4	-	-	-	-	-	10	-	<b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Теоретические методы исследования. Аналитические методы, аналитические с использованием эксперимента, вероятностно-статистические, методы системного анализа. Методы сравнительных характеристик для оценки установок водородной энергетики, электрохимических реакторов, аккумуляторов, первичных элементов, топливных элементов"	

	Аналитические методы, аналитические с использованием эксперимента, вероятностно-статистические, методы системного анализа. Методы сравнительных характеристик для оценки установок водородной энергетики, электрохимических реакторов, аккумуляторов, первичных элементов, топливных элементов												подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [2], 7-20, 185-211 [3], 23-54, 82-98 [4], 9-20 [5], 15-23, 72-88, 118-131 [7], 17-26
3	Модели исследований. Экспериментальные исследования. Роль эксперимента в научном познании. Виды экспериментов. Методика эксперимента. Планирование эксперимента. Регрессионный анализ и полный факторный эксперимент. Техника экспериментального исследования параметров и характеристик элементов автономный	18	4	-	4	-	-	-	-	-	10	-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Модели исследований. Роль эксперимента в научном познании. Виды экспериментов. Методика эксперимента. Планирование эксперимента. Регрессионный анализ и полный факторный эксперимент. Техника экспериментального исследования параметров и характеристик элементов автономный энергетических систем, водородной и электрохимической энергетики" <b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Модели исследований. Экспериментальные исследования. Роль эксперимента в научном познании. Виды экспериментов. Методика эксперимента. Планирование эксперимента. Регрессионный анализ и полный факторный

	энергетических систем, водородной и электрохимической энергетики													эксперимент. Техника экспериментального исследования параметров и характеристик элементов автономный энергетических систем, водородной и электрохимической энергетики" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях
3.1	Модели исследований. Экспериментальные исследования. Роль эксперимента в научном познании. Виды экспериментов. Методика эксперимента. Планирование эксперимента. Регрессионный анализ и полный факторный эксперимент. Техника экспериментального исследования параметров и характеристик элементов автономный энергетических систем, водородной и электрохимической энергетики	18	4	-	4	-	-	-	-	-	10	-	<b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [2], 185-211	
4	Обработка и оформление результатов научного исследования	18	4	-	4	-	-	-	-	-	10	-	<b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Обработка и оформление результатов научного исследования" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях	
4.1	Обработка и оформление результатов научного исследования	18	4	-	4	-	-	-	-	-	10	-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Обработка и оформление результатов научного исследования" <b><u>Изучение материалов литературных</u></b>	

													<b>источников:</b> [3], 23-54, 82-98 [4], 9-20, 65-74, 228-243 [5], 15-23, 72-88, 118-131 [6], 284-310
	Зачет	0.3	-	-	-	-	-	-	-	0.3	-	-	
	Всего за семестр	72.0	16	-	16	-	-	-	-	0.3	39.7	-	
	Итого за семестр	72.0	16	-	16	-	-	-	-	0.3	39.7	-	

**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. Использование теории вероятностей и математической статистики в инженерном исследовании. Теория погрешностей и практика их оценки. Основы математического анализа результатов экспериментального исследования. Правила работы с источниками научно-технической информации (журналы, сайты Интернет) по электрохимии и химическим источникам тока.

1.1. Использование теории вероятностей и математической статистики в инженерном исследовании. Теория погрешностей и практика их оценки. Основы математического анализа результатов экспериментального исследования. Правила работы с источниками научно-технической информации (журналы, сайты Интернет) по электрохимии и химическим источникам тока.

Формулирование цели и задачи исследований в области автономных энергетических систем, водородной и электрохимической энергетики. Источники научно-технической информации (журналы, сайты Интернет) по электрохимии и химическим источникам тока. Принципы работы установок водородной энергетики, электрохимических реакторов, аккумуляторов, первичных элементов, топливных элементов, электрохимических энергоустановок. Современные энергосберегающие технологии в химических источниках тока..

#### 2. Теоретические методы исследования. Аналитические методы, аналитические с использованием эксперимента, вероятностно-статистические, методы системного анализа. Методы сравнительных характеристик для оценки установок водородной энергетики, электрохимических реакторов, аккумуляторов, первичных элементов, топливных элементов

2.1. Теоретические методы исследования. Аналитические методы, аналитические с использованием эксперимента, вероятностно-статистические, методы системного анализа. Методы сравнительных характеристик для оценки установок водородной энергетики, электрохимических реакторов, аккумуляторов, первичных элементов, топливных элементов

Определение последовательности решения задач; формулирование критериев принятия решений. Конструкции химических источников тока, установок водородной энергетики, аккумуляторов, первичных элементов. Реагенты. Электроды. Параметры и характеристики электрохимических систем и их элементов..

#### 3. Модели исследований. Экспериментальные исследования. Роль эксперимента в научном познании. Виды экспериментов. Методика эксперимента. Планирование эксперимента. Регрессионный анализ и полный факторный эксперимент. Техника экспериментального исследования параметров и характеристик элементов автономный энергетических систем, водородной и электрохимической энергетики

3.1. Модели исследований. Экспериментальные исследования. Роль эксперимента в научном познании. Виды экспериментов. Методика эксперимента. Планирование эксперимента. Регрессионный анализ и полный факторный эксперимент. Техника экспериментального исследования параметров и характеристик элементов автономный энергетических систем, водородной и электрохимической энергетики

Выбор необходимых методов исследования в области автономных энергетических систем, водородной и электрохимической энергетики для решения поставленной задачи. Методы исследования автономных энергетических систем, установок водородной и электрохимической энергетики и их элементов. Физико-химические исследования материалов электрохимических систем и их элементов. Электрохимические исследования

материалов электрохимических систем и их элементов.. Электрохимические исследования материалов энергетических систем, установок водородной и электрохимической энергетики. Методы определения энергетической эффективности, методы ресурсных испытаний..

#### 4. Обработка и оформление результатов научного исследования

##### 4.1. Обработка и оформление результатов научного исследования

Проведение обработки и анализа результатов инженерных исследований с использованием современных математической обработки результатов экспериментального исследования. Выбор новых конструкционных материалов для изготовления основных и вспомогательных элементов химических источников тока для обеспечения их бесперебойной эксплуатации. Разработка мероприятий по энерго- и ресурсосбережению для химических источников тока и автономных энергетических установок.

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

1. Освоение методов информационного поиска в базах данных научно-технических и патентных источников;
2. Принципы работы установок водородной энергетики, электрохимических реакторов, аккумуляторов, первичных элементов, топливных элементов, электрохимических энергоустановок. Современные энергосберегающие технологии в химических источниках тока;
3. Обсуждение методов исследования и испытаний энергосистем на топливных элементах, систем водородной энергетики и их элементов;
4. Подбор материалов для выполнения и защиты материалов доклада по анализу использования методов инженерного исследования в области автономных энергетических систем, водородной и электрохимической энергетики. Тематика индивидуально согласуется с преподавателем.

Материалы для выполнения доклада основаны на изучении базы данных с использованием портала <http://www.sciencedirect.com>;

5. При работе с информационными ресурсами студент знакомится с терминологией и основными выражениями на английском языке, приобретает навык работы со специализированными зарубежными научными журналами, стандартами и интернет-ресурсами по теме курса..

### **3.4. Темы лабораторных работ** не предусмотрено

### **3.5 Консультации**

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

1. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Использование теории вероятностей и математической статистики в инженерном исследовании. Теория погрешностей и практика их оценки. Основы математического анализа результатов экспериментального исследования. Правила работы с источниками научно-технической информации (журналы, сайты Интернет) по электрохимии и химическим источникам тока."
2. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Теоретические методы исследования. Аналитические методы, аналитические с использованием эксперимента, вероятностно-статистические, методы системного анализа. Методы сравнительных

характеристик для оценки установок водородной энергетики, электрохимических реакторов, аккумуляторов, первичных элементов, топливных элементов"

3. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Модели исследований. Экспериментальные исследования. Роль эксперимента в научном познании. Виды экспериментов. Методика эксперимента. Планирование эксперимента. Регрессионный анализ и полный факторный эксперимент. Техника экспериментального исследования параметров и характеристик элементов автономных энергетических систем, водородной и электрохимической энергетики"
4. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Обработка и оформление результатов научного исследования"

### **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>						
цели и задачи исследований в области автономных энергетических систем, водородной и электрохимической энергетики	ИД-1 <sub>ОПК-1</sub>				+	Доклад/Защита доклада по анализу использования методов инженерного исследования в области автономных энергетических систем, водородной и электрохимической энергетики и их элементов.
основы теории вероятностей и математической статистики в инженерном исследовании	ИД-2 <sub>ОПК-1</sub>				+	Дискуссия/Современное приборное и аналитическое оборудование для решения задач исследования параметров и характеристик элементов автономных энергетических систем, водородной и электрохимической энергетики
основы математической статистики в формулировании критерия принятия решения	ИД-3 <sub>ОПК-1</sub>			+		Дискуссия/Принципы работы установок водородной энергетики, электрохимических реакторов, аккумуляторов, первичных элементов, топливных элементов, электрохимических энергоустановок
способы и методы проведения физико-химических исследований	ИД-1 <sub>ОПК-2</sub>	+				Дискуссия/Источники научно-технической информации (журналы, сайты Интернет) по электрохимии и химическим источникам тока
основы математического анализа результатов экспериментального исследования	ИД-2 <sub>ОПК-2</sub>	+				Дискуссия/Источники научно-технической информации (журналы, сайты Интернет) по электрохимии и химическим источникам тока
знать правила обработки и оформления результатов инженерного исследования	ИД-3 <sub>ОПК-2</sub>			+		Дискуссия/Принципы работы установок водородной энергетики, электрохимических реакторов, аккумуляторов, первичных элементов, топливных элементов, электрохимических энергоустановок
<b>Уметь:</b>						
формулировать цели и задачи исследования	ИД-1 <sub>ОПК-1</sub>				+	Доклад/Защита доклада по анализу использования методов инженерного исследования в области автономных

					энергетических систем, водородной и электрохимической энергетики и их элементов.
определять последовательность решения задач	ИД-2 <sub>ОПК-1</sub>			+	Доклад/Защита доклада по анализу использования методов инженерного исследования в области автономных энергетических систем, водородной и электрохимической энергетики и их элементов.
выявлять приоритеты решения задач	ИД-3 <sub>ОПК-1</sub>			+	Дискуссия/Современное приборное и аналитическое оборудование для решения задач исследования параметров и характеристик элементов автономных энергетических систем, водородной и электрохимической энергетики
проводить физико-химические исследования в области автономных энергетических систем, водородной и электрохимической энергетики	ИД-1 <sub>ОПК-2</sub>		+		Дискуссия/Принципы работы установок водородной энергетики, электрохимических реакторов, аккумуляторов, первичных элементов, топливных элементов, электрохимических энергоустановок
проводить анализ полученных результатов исследования	ИД-2 <sub>ОПК-2</sub>	+			Дискуссия/Источники научно-технической информации (журналы, сайты Интернет) по электрохимии и химическим источникам тока
представлять результаты выполненной работы	ИД-3 <sub>ОПК-2</sub>	+			Дискуссия/Источники научно-технической информации (журналы, сайты Интернет) по электрохимии и химическим источникам тока

## **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: Устная форма

1. Защита доклада по анализу использования методов инженерного исследования в области автономных энергетических систем, водородной и электрохимической энергетики и их элементов. (Доклад)
2. Источники научно-технической информации (журналы, сайты Интернет) по электрохимии и химическим источникам тока (Дискуссия)
3. Принципы работы установок водородной энергетики, электрохимических реакторов, аккумуляторов, первичных элементов, топливных элементов, электрохимических энергоустановок (Дискуссия)
4. Современное приборное и аналитическое оборудование для решения задач исследования параметров и характеристик элементов автономных энергетических систем, водородной и электрохимической энергетики (Дискуссия)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

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

Зачет (Семестр №2)

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. Чистяков, В. П. Курс теории вероятностей / В. П. Чистяков . – 8-е изд., испр . – М. : Эдиториал УРСС, 2015 . – 304 с. - ISBN 978-5-9710-1065-4 .;
2. 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 .;
3. Кулешов, Н. В. Электрохимические технологии в энергетике : учебное пособие по курсам "Водородная и электрохимическая энергетика", "Водородные накопители энергии", "Энергосбережение в электрохимических технологиях", "Тепломассоперенос в установках водородной и электрохимической энергетики", "Тепловые процессы в электрохимических системах" по направлению "Теплоэнергетика и теплотехника" по профилям "Автономные энергетические системы" и "Автономные энергетические системы. Водородная и электрохимическая энергетика" / Н. В. Кулешов, Ю. А. Славнов, В. Н. Кулешов, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" (НИУ"МЭИ") . – М. : Изд-во МЭИ, 2017 . – 119 с. - ISBN 978-5-7046-1868-3 . <http://elibr.mpei.ru/elibr/view.php?id=10076>;

4. Коровин, Н. В. Топливные элементы и электрохимические энергоустановки / Н. В. Коровин . – М. : Изд-во МЭИ, 2005 . – 280 с. - ISBN 5-7046-1185-0 .;
5. Нефедкин, С. И. Автономные энергетические установки и системы : учебное пособие по курсу "Автономные энергоустановки и системы" по направлению "Теплоэнергетика и теплотехника" / С. И. Нефедкин, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" (НИУ"МЭИ") . – М. : Изд-во МЭИ, 2018 . – 218 с. - ISBN 978-5-7046-1847-8 .  
<http://elib.mpei.ru/elib/view.php?id=10105>;
6. Коровин, Н. В. Общая химия : учебник для вузов по техническим направлениям и специальностям / Н. В. Коровин . – 11-е изд., стер . – М. : Высшая школа, 2009 . – 557 с. - ISBN 978-5-06-006140-6 .;
7. В. Е. Гмурман- "Руководство к решению задач по теории вероятностей и математической статистике", (Изд. 3-е, перераб. и доп.), Издательство: "Высшая школа", Москва, 1979 - (400 с.)  
<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=458330>.

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

1. Office / Российский пакет офисных программ;
2. Windows / Операционная система семейства Linux;
3. 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 журналов издательства Elsevier - <https://www.sciencedirect.com/>
5. База данных Web of Science - <http://webofscience.com/>
6. База данных Scopus - <http://www.scopus.com>
7. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>
8. Патентная база Orbit Intelligence компании Questel - <https://www.orbit.com/>
9. Журнал Science - <https://www.sciencemag.org/>
10. Журналы издательства Wiley - <https://onlinelibrary.wiley.com/>
11. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>
12. Портал открытых данных Российской Федерации - <https://data.gov.ru>
13. База открытых данных Министерства труда и социальной защиты РФ - <https://rosmintrud.ru/opendata>
14. База открытых данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ - <http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/>
15. База открытых данных Министерства экономического развития РФ - <http://www.economy.gov.ru>
16. Национальный портал онлайн обучения «Открытое образование» - <https://openedu.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 промежуточной аттестации	Г-405, Учебная аудитория	парта, стол преподавателя, стул, доска меловая
Помещения для самостоятельной работы	НТБ-201, Компьютерный читальный зал	стол компьютерный, стул, стол письменный, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер
Помещения для консультирования	А-413/7, Кабинет сотрудников каф. "ХиЭЭ"	кресло рабочее, рабочее место сотрудника, стол, стул, шкаф, шкаф для документов, стол письменный, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер
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****Теория и практика инженерного исследования**

(название дисциплины)

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

- КМ-1 Источники научно-технической информации (журналы, сайты Интернет) по электрохимии и химическим источникам тока (Дискуссия)
- КМ-2 Принципы работы установок водородной энергетики, электрохимических реакторов, аккумуляторов, первичных элементов, топливных элементов, электрохимических энергоустановок (Дискуссия)
- КМ-3 Современное приборное и аналитическое оборудование для решения задач исследования параметров и характеристик элементов автономной энергетических систем, водородной и электрохимической энергетики (Дискуссия)
- КМ-4 Защита доклада по анализу использования методов инженерного исследования в области автономных энергетических систем, водородной и электрохимической энергетики и их элементов. (Доклад)

**Вид промежуточной аттестации – Зачет.**

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
		Неделя КМ:	4	8	12	15
1	Использование теории вероятностей и математической статистики в инженерном исследовании. Теория погрешностей и практика их оценки. Основы математического анализа результатов экспериментального исследования. Правила работы с источниками научно-технической информации (журналы, сайты Интернет) по электрохимии и химическим источникам тока.					
1.1	Использование теории вероятностей и математической статистики в инженерном исследовании. Теория погрешностей и практика их оценки. Основы математического анализа результатов экспериментального исследования. Правила работы с источниками научно-технической информации (журналы, сайты Интернет) по электрохимии и химическим источникам тока.		+			
2	Теоретические методы исследования. Аналитические методы, аналитические с использованием эксперимента, вероятностно-статистические, методы системного анализа. Методы сравнительных характеристик для оценки установок водородной энергетики, электрохимических реакторов, аккумуляторов, первичных элементов, топливных элементов					

2.1	Теоретические методы исследования. Аналитические методы, аналитические с использованием эксперимента, вероятностно-статистические, методы системного анализа. Методы сравнительных характеристик для оценки установок водородной энергетики, электрохимических реакторов, аккумуляторов, первичных элементов, топливных элементов		+		
3	Модели исследований. Экспериментальные исследования. Роль эксперимента в научном познании. Виды экспериментов. Методика эксперимента. Планирование эксперимента. Регрессионный анализ и полный факторный эксперимент. Техника экспериментального исследования параметров и характеристик элементов автономных энергетических систем, водородной и электрохимической энергетики				
3.1	Модели исследований. Экспериментальные исследования. Роль эксперимента в научном познании. Виды экспериментов. Методика эксперимента. Планирование эксперимента. Регрессионный анализ и полный факторный эксперимент. Техника экспериментального исследования параметров и характеристик элементов автономных энергетических систем, водородной и электрохимической энергетики			+	
4	Обработка и оформление результатов научного исследования				
4.1	Обработка и оформление результатов научного исследования				+
Вес КМ, %:		25	25	25	25