

**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**  
**ВОДОРОДНЫЕ НАКОПИТЕЛИ ЭНЕРГИИ**

<b>Блок:</b>	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
<b>Часть образовательной программы:</b>	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
<b>№ дисциплины по учебному плану:</b>	Б1.Ч.04
<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>	1 семестр - 4;
<b>Часов (всего) по учебному плану:</b>	144 часа
<b>Лекции</b>	1 семестр - 16 часов;
<b>Практические занятия</b>	1 семестр - 48 часа;
<b>Лабораторные работы</b>	не предусмотрено учебным планом
<b>Консультации</b>	1 семестр - 2 часа;
<b>Самостоятельная работа</b>	1 семестр - 77,5 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>	
<b>Контрольная работа</b>	
<b>Промежуточная аттестация:</b>	
<b>Экзамен</b>	1 семестр - 0,5 часа;

**Москва 2023**

**ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:**

Преподаватель

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

Н.В. Кулешов

**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 основ расчета, анализа процессов и внедрения водородных технологий в реальный сектор экономики и энергетики

### Задачи дисциплины

- овладение основами расчета и анализа процессов при работе электрохимических водородных накопителей энергии;
- овладение основами совершенствования технологии производства реального сектора экономики и энергетики с помощью водородных накопителей энергии.

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-3 Способен к обеспечению бесперебойной работы, правильной эксплуатации и разработке мероприятий по совершенствованию технологии производства автономных энергетических систем, установок водородной, электрохимической энергетики и их элементов	ИД-1 <sub>ПК-3</sub> Обосновывает потребности в техническом и материальном обеспечении эксплуатации автономных энергетических систем, установок водородной, электрохимической энергетики и их элементов	знать: - ИД-1 <sub>ПК-3</sub> правила эксплуатации автономных энергетических систем, установок водородной энергетики и их элементов.  уметь: - ИД-1 <sub>ПК-3</sub> проводить расчет установок водородной энергетики и их элементов с разной производительностью по водороду.
ПК-3 Способен к обеспечению бесперебойной работы, правильной эксплуатации и разработке мероприятий по совершенствованию технологии производства автономных энергетических систем, установок водородной, электрохимической энергетики и их элементов	ИД-2 <sub>ПК-3</sub> Выполняет маркетинговые исследования научно-технической информации в области исследований и разработки автономных энергетических систем, установок водородной, электрохимической энергетики и их элементов	знать: - ИД-2 <sub>ПК-3</sub> принципы процесса производства, передачи, распределения и потребления водорода обеспечивать бесперебойную работу, правильную эксплуатацию и модернизацию энергетического, теплотехнического оборудования предприятий энергетического и химического профиля.  уметь: - ИД-2 <sub>ПК-3</sub> выполнять маркетинговые исследования научно-технической информации в области исследований и разработки автономных энергетических систем, установок водородной, электрохимической энергетики и их элементов.
ПК-3 Способен к обеспечению бесперебойной работы, правильной эксплуатации и разработке мероприятий по совершенствованию	ИД-3 <sub>ПК-3</sub> Выполняет сбор, обработку, анализ и обобществление отечественного и международного опыта в области исследований и	знать: - ИД-3 <sub>ПК-3</sub> основные задачи разработки автономных энергетических систем..  уметь:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
технологии производства автономных энергетических систем, установок водородной, электрохимической энергетики и их элементов	разработки автономных энергетических систем, установок водородной, электрохимической энергетики и их элементов	- ИД-3ПК-3 собирать и анализировать исходные данные для расчёта автономных энергетических систем с использованием современных методов поиска и обработки информации.
ПК-3 Способен к обеспечению бесперебойной работы, правильной эксплуатации и разработке мероприятий по совершенствованию технологии производства автономных энергетических систем, установок водородной, электрохимической энергетики и их элементов	ИД-4ПК-3 Анализирует научную проблематику области исследований и разработки автономных энергетических систем, установок водородной, электрохимической энергетики и их элементов	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ИД-4ПК-3 методы анализа потребления водорода для обеспечения бесперебойного режима работы.</li> </ul> <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ИД-4ПК-3 анализировать научную проблематику области исследований и разработки автономных энергетических систем, установок водородной, электрохимической энергетики и их элементов.</li> </ul>
ПК-4 Способен к определению потребности производства в топливно-энергетических ресурсах, обоснованию мероприятий по экономии энергоресурсов, разработке норм их расхода, расчету потребностей производства автономных энергетических систем, установок водородной, электрохимической энергетики и их элементов в энергоресурсах	ИД-1ПК-4 Демонстрирует знание нормативов по энерго- и ресурсосбережению автономных энергетических систем, установок водородной, электрохимической энергетики и их элементов	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ИД-1ПК-4 методы определения потребности производства в топливно-энергетических ресурсах, обоснованию мероприятий по экономии энергоресурсов.</li> </ul> <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ИД-1ПК-4 разрабатывать мероприятия по энерго- и ресурсосбережению для автономных энергетических систем, установок водородной, электрохимической энергетики и их элементов.</li> </ul>
ПК-4 Способен к определению потребности производства в топливно-энергетических ресурсах, обоснованию мероприятий по экономии энергоресурсов, разработке норм их расхода, расчету потребностей производства автономных энергетических систем, установок водородной,	ИД-2ПК-4 Разрабатывает мероприятия по энерго- и ресурсосбережению для автономных энергетических систем, установок водородной, электрохимической энергетики и их элементов	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ИД-2ПК-4 методы расчета мероприятий по экономии энергоресурсов.</li> </ul> <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ИД-2ПК-4 применять методы определения потребности производства в топливно-энергетических ресурсах, обоснованию мероприятий по экономии энергоресурсов.</li> </ul>

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
электрохимической энергетики и их элементов в энергоресурсах		
РПК-1 Способен применять информационные технологии для проведения исследований в профессиональной деятельности	ИД-2 <sub>РПК-1</sub> Проводит исследования с использованием информационных технологий	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Методы теории вероятностей, теории случайных процессов и математической статистики.</li> </ul> <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Строить алгоритмы решения типичных задач обработки информации в ИАС.</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 Знать законы физики, химии, математики, физической химии, теоретической электрохимии
- знать теоретические основы химических источников тока
- знать основы энергосберегающей автономной энергетики
- знать материалы из программы вступительных испытаний
- уметь анализировать зарубежную и отечественную научно-техническую информацию в области водородной и электрохимической энергетики
- уметь рассчитывать и анализировать электрохимические процессы в установках водородной энергетики, проводить материальные, тепловые, гидравлические расчеты электрохимических энергоустановок различного типа, составлять математические модели и проводить оптимизационные расчеты элементов, батарей, генераторов и электрохимических энергоустановок
- уметь рассчитывать технико-экономические показатели с целью их использования для проектирования электрохимических энергоустановок водородной энергетики и аккумуляторов

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	Основные понятия о водородном накоплении энергии	27	1	4	-	12	-	-	-	-	-	11	-	<p><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Основные понятия о водородном накоплении энергии" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], 336-423 [4], 4-70 [5], 15-31</p>	
1.1	Основные понятия о водородном накоплении энергии	27		4	-	12	-	-	-	-	-	11	-		
2	Электрохимические генераторы на основе топливных элементов	27		4	-	12	-	-	-	-	-	11	-		<p><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Электрохимические генераторы на основе топливных элементов" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Электрохимические генераторы на основе топливных элементов"</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [2], 5-200 [3], 110-119</p>
2.1	Электрохимические генераторы на основе топливных элементов	27		4	-	12	-	-	-	-	-	11	-		
3	Хранение и транспортирование водорода	27		4	-	12	-	-	-	-	-	11	-	<p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу</p>	

3.1	Хранение и транспортирование водорода	27		4	-	12	-	-	-	-	-	11	-	"Хранение и транспортирование водорода" <b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Хранение и транспортирование водорода" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [3], 64-82
4	Применение водорода	27		4	-	12	-	-	-	-	-	11	-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Применение водорода"
4.1	Применение водорода	27		4	-	12	-	-	-	-	-	11	-	<b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Применение водорода" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях
	Экзамен	36.0		-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5	
	Всего за семестр	144.0		16	-	48	-	2	-	-	0.5	44	33.5	
	Итого за семестр	144.0		16	-	48		2		-	0.5		77.5	

**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. Основные понятия о водородном накоплении энергии

#### 1.1. Основные понятия о водородном накоплении энергии

Основные понятия о накоплении энергии. Виды накопителей энергии. Электрохимические накопители энергии: аккумуляторы, суперконденсаторы, проточные редокс-накопители. Место водородного накопителя энергии.. Схемы водородных накопителей энергии на основе электролизеров воды, топливных элементов и систем хранения водорода. Принципиальные схемы использования щелочных, твердополимерных и высокотемпературных электролизных установок. Расчет и эксплуатация электролизных установок.. Альтернативные способы производства водорода. Термохимические циклы. Конверсия углеводов. Получение водорода с помощью угля. Получение водорода из биомассы. Физические способы производства водорода..

### 2. Электрохимические генераторы на основе топливных элементов

#### 2.1. Электрохимические генераторы на основе топливных элементов

Термодинамические показатели водородно-кислородных топливных элементов. Топливные элементы с полимерной протонообменной мембраной. Щелочные топливные элементы. Фосфорнокислые топливные элементы. Расплав карбонатные топливные элементы. Высокотемпературные топливные элементы.. Электрохимические генераторы (ЭХГ). Основные типы и параметры ЭЭУ. Параметры ЭХГ. Низкотемпературные ЭЭУ. Система подвода водорода и окислителя. Система отвода продуктов реакции и теплоты. Система автоматики. Основные типы и параметры ЭЭУ. Средне и высокотемпературные ЭЭУ..

### 3. Хранение и транспортирование водорода

#### 3.1. Хранение и транспортирование водорода

Эффективность хранения сжатого водорода при различных давлениях. Энергозатраты на компримирование. Работа адиабатического сжатия водорода. Классификация контейнеров для хранения водорода под давлением. Крупномасштабное, геологическое хранение водорода. Энергетические и капитальные затраты для ожижения водорода. Сравнение циклов ожижения. Примеры отечественных ожижительных установок. Требования к резервуарам для хранения водорода. Потери на испарение. Транспортировка газообразного водорода в контейнерах и по трубопроводам. Транспортировка жидкого водорода.. Хранение водорода в гидридах. Аланты (алюмогидриды). Борогидриды. Амиды. Гидриды металлов, сплавов, интерметаллидов. Идеализированные изотермы реакции, кривые Вант Гоффа, РСТ диаграммы процессов адсорбция-десорбция водорода. Классификация и примеры сплавов – накопителей водорода. Транспортировка водорода с помощью носителей. Сравнительный анализ способов транспортировки водорода..

### 4. Применение водорода

#### 4.1. Применение водорода

Водород в нефтепереработке. Химия водорода в металлургии. Водород в пищевой промышленности. Водород на транспорте, в авиации и ракетостроении. Водород в электронной, стекольной и фармацевтической промышленности.. Водород в энергетике. Сглаживание пиковых нагрузок в энергосистеме. Энерготехнологические комплексы на основе водорода. Принципиальная схема атомно-водородного энергоблока. Сравнительные характеристики ГТУ при использовании в качестве топлива водорода и стандартного



углеводорода. Водород на транспорте. Атомно-водородная энергетика. Использование водорода для повышения эффективности паровых и газовых турбин. Транспортные средства на водороде.. Опасность обращения с водородом. Воздействие водорода на конструкционные материалы. Принципы обеспечения пожаровзрывобезопасности водорода. Технические средства обеспечения водородной безопасности..

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

1. расчет электролизеров (8 час);
2. Расчет водородных установок для сглаживания пиковых нагрузок энергосистем (12 часов);
3. Расчет термохимических циклов (4 час);
4. Расчет параметров конверсионных установок (4 час);
5. расчет топливных элементов (8 час);
6. расчет систем аккумулирования водорода (12 час).

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

### **3.5 Консультации**

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

1. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Основные понятия о водородном накоплении энергии"
2. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Электрохимические генераторы на основе топливных элементов"
3. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Хранение и транспортирование водорода"
4. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Применение водорода"

### **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>						
ИД-1ПК-3 правила эксплуатации автономных энергетических систем, установок водородной энергетики и их элементов	ИД-1ПК-3	+				Контрольная работа/Расчет электролизеров с разной производительностью по водороду
ИД-2ПК-3 принципы процесса производства, передачи, распределения и потребления водорода обеспечивать бесперебойную работу, правильную эксплуатацию и модернизацию энергетического, теплотехнического оборудования предприятий энергетического и химического профиля	ИД-2ПК-3	+				Контрольная работа/Расчет электролизеров с разной производительностью по водороду
ИД-3ПК-3 основные задачи разработки автономных энергетических систем.	ИД-3ПК-3		+			Контрольная работа/Расчет топливных элементов различной мощности
ИД-4ПК-3 методы анализа потребления водорода для обеспечения бесперебойного режима работы	ИД-4ПК-3		+			Контрольная работа/Расчет топливных элементов различной мощности
ИД-1ПК-4 методы определения потребности производства в топливно-энергетических ресурсах, обоснованию мероприятий по экономии энергоресурсов	ИД-1ПК-4			+		Контрольная работа/Расчет систем хранения и транспортирования водорода
ИД-2ПК-4 методы расчета мероприятий по экономии энергоресурсов	ИД-2ПК-4				+	Контрольная работа/Применение водорода
Методы теории вероятностей, теории случайных процессов и математической статистики	ИД-2РПК-1			+		Контрольная работа/Расчет систем хранения и транспортирования водорода
<b>Уметь:</b>						
ИД-1ПК-3 проводить расчет установок водородной энергетики и их	ИД-1ПК-3	+				Контрольная работа/Расчет

элементов с разной производительностью по водороду						электролизеров с разной производительностью по водороду
ИД-2ПК-3 выполнять маркетинговые исследования научно-технической информации в области исследований и разработки автономных энергетических систем, установок водородной, электрохимической энергетики и их элементов	ИД-2ПК-3	+				Контрольная работа/Расчет электролизеров с разной производительностью по водороду
ИД-3ПК-3 собирать и анализировать исходные данные для расчёта автономных энергетических систем с использованием современных методов поиска и обработки информации	ИД-3ПК-3		+			Контрольная работа/Расчет топливных элементов различной мощности
ИД-4ПК-3 анализировать научную проблематику области исследований и разработки автономных энергетических систем, установок водородной, электрохимической энергетики и их элементов	ИД-4ПК-3		+			Контрольная работа/Расчет топливных элементов различной мощности
ИД-1ПК-4 разрабатывать мероприятия по энерго- и ресурсосбережению для автономных энергетических систем, установок водородной, электрохимической энергетики и их элементов	ИД-1ПК-4			+		Контрольная работа/Расчет систем хранения и транспортирования водорода
ИД-2ПК-4 применять методы определения потребности производства в топливно-энергетических ресурсах, обоснованию мероприятий по экономии энергоресурсов	ИД-2ПК-4				+	Контрольная работа/Применение водорода
Строить алгоритмы решения типичных задач обработки информации в ИАС	ИД-2РПК-1	+				Контрольная работа/Расчет электролизеров с разной производительностью по водороду

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

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

#### **1 семестр**

Форма реализации: Письменная работа

1. Применение водорода (Контрольная работа)
2. Расчет систем хранения и транспортирования водорода (Контрольная работа)
3. Расчет топливных элементов различной мощности (Контрольная работа)
4. Расчет электролизеров с разной производительностью по водороду (Контрольная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

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

#### *Экзамен (Семестр №1)*

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 1 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. Топливные элементы и электрохимические энергоустановки / Н. В. Коровин. – М. : Изд-во МЭИ, 2005. – 280 с. - ISBN 5-7046-1185-0. ;
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 энергетике", "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. Кулешов, Н. В. Электрохимическое получение водорода : учебное пособие по направлению "Теплоэнергетика и теплотехника" / Н. В. Кулешов, В. Н. Кулешов, Ю. А. Славнов, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" (НИУ"МЭИ"). – М. : Изд-во МЭИ, 2019. – 76 с. - ISBN 978-5-7046-2143-0 .  
<http://elibr.mpei.ru/elibr/view.php?id=10695>;
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>.

### **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 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**

<b>Тип помещения</b>	<b>Номер аудитории, наименование</b>	<b>Оснащение</b>
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	А-409, Учебная аудитория каф. "ХиЭЭ"	парта со скамьей, стол преподавателя, стул, доска меловая, мультимедийный проектор, экран
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****Водородные накопители энергии**

(название дисциплины)

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

- КМ-1 Расчет электролизеров с разной производительностью по водороду (Контрольная работа)  
 КМ-2 Расчет топливных элементов различной мощности (Контрольная работа)  
 КМ-3 Расчет систем хранения и транспортирования водорода (Контрольная работа)  
 КМ-4 Применение водорода (Контрольная 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	Основные понятия о водородном накоплении энергии					
1.1	Основные понятия о водородном накоплении энергии		+			
2	Электрохимические генераторы на основе топливных элементов					
2.1	Электрохимические генераторы на основе топливных элементов			+		
3	Хранение и транспортирование водорода					
3.1	Хранение и транспортирование водорода				+	
4	Применение водорода					
4.1	Применение водорода					+
Вес КМ, %:			25	25	25	25