

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

Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.Ч.05
Трудоемкость в зачетных единицах:	1 семестр - 5;
Часов (всего) по учебному плану:	180 часов
Лекции	1 семестр - 16 часов;
Практические занятия	1 семестр - 48 часа;
Лабораторные работы	не предусмотрено учебным планом
Консультации	1 семестр - 2 часа;
Самостоятельная работа	1 семестр - 113,5 часов;
в том числе на КП/КР	не предусмотрено учебным планом
Иная контактная работа	проводится в рамках часов аудиторных занятий
включая:	
Контрольная работа	
Промежуточная аттестация:	
Экзамен	1 семестр - 0,50 часа;

Москва 2020

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

(должность)

	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)

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 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 _{ПК-3} Обосновывает потребности в техническом и материальном обеспечении эксплуатации автономных энергетических систем, установок водородной, электрохимической энергетики и их элементов	знать: - ИД-1 _{ПК-3} правила эксплуатации автономных энергетических систем, установок водородной энергетики и их элементов. уметь: - ИД-1 _{ПК-3} 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 _{ПК-3} Выполняет маркетинговые исследования научно-технической информации в области исследований и разработки автономных энергетических систем, установок водородной, электрохимической энергетики и их элементов	знать: - ИД-2 _{ПК-3} 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 _{ПК-3} 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 _{ПК-3} Выполняет сбор, обработку, анализ и обобществление отечественного и международного опыта в области исследований и	знать: - ИД-3 _{ПК-3} 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"> - ИД-4ПК-3 методы анализа потребления водорода для обеспечения бесперебойного режима работы. <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - ИД-4ПК-3 анализировать научную проблематику области исследований и разработки автономных энергетических систем, установок водородной, электрохимической энергетики и их элементов.
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"> - ИД-1ПК-4 методы определения потребности производства в топливно-энергетических ресурсах, обоснованию мероприятий по экономии энергоресурсов. <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - ИД-1ПК-4 разрабатывать мероприятия по энерго- и ресурсосбережению для автономных энергетических систем, установок водородной, электрохимической энергетики и их элементов.
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"> - ИД-2ПК-4 методы расчета мероприятий по экономии энергоресурсов. <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - ИД-2ПК-4 применять методы определения потребности производства в топливно-энергетических ресурсах, обоснованию мероприятий по экономии энергоресурсов.

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
электрохимической энергетики и их элементов в энергоресурсах		

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 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	Основные понятия о водородном накоплении энергии	36	1	4	-	12	-	-	-	-	-	20	-	<p><u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Основные понятия о водородном накоплении энергии" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 336-423 [4], 4-70 [5], 15-31</p>
1.1	Основные понятия о водородном накоплении энергии	36		4	-	12	-	-	-	-	-	20	-	
2	Электрохимические генераторы на основе топливных элементов	36		4	-	12	-	-	-	-	-	20	-	
2.1	Электрохимические генераторы на основе топливных элементов	36	4	-	12	-	-	-	-	-	20	-	<p><u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Электрохимические генераторы на основе топливных элементов" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Электрохимические генераторы на основе топливных элементов"</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], 5-200 [3], 110-119</p>	
3	Хранение и транспортирование водорода	36	4	-	12	-	-	-	-	-	20	-	<p><u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Хранение и транспортирование водорода" подготовка к</p>	

3.1	Хранение и транспортирование водорода	36		4	-	12	-	-	-	-	-	20	-	выполнению заданий на практических занятиях <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Хранение и транспортирование водорода" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [3], 64-82
4	Применение водорода	36		4	-	12	-	-	-	-	-	20	-	<u>Подготовка к практическим занятиям:</u>
4.1	Применение водорода	36		4	-	12	-	-	-	-	-	20	-	Изучение материала по разделу "Применение водорода" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Применение водорода"
	Экзамен	36.00		-	-	-	-	2	-	-	0.50	-	33.50	
	Всего за семестр	180.00		16	-	48	-	2	-	-	0.50	80	33.50	
	Итого за семестр	180.00		16	-	48		2		-	0.50		113.50	

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

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	
Знать:						
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
Уметь:						
ИД-1ПК-3 проводить расчет установок водородной энергетики и их элементов с разной производительностью по водороду	ИД-1ПК-3	+				Контрольная работа/Расчет 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

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://elib.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=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://elib.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=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/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=10105.

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
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 промежуточной аттестации	А-409, Учебная аудитория каф. "ХиЭЭ"	парта со скамьей, стол преподавателя, стул, доска меловая, мультимедийный проектор, экран
Помещения для самостоятельной работы	НТБ-302, Читальный зал отдела обслуживания учебной литературой	стул, стол письменный, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный
Помещения для консультирования	А-409, Учебная аудитория каф.	парта со скамьей, стол преподавателя, стул, доска меловая, мультимедийный

	"ХиЭЭ"	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

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