

**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

**Оценочные материалы
по дисциплине
Водородные накопители энергии**

**Москва
2024**

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Разработчик

	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

ОБЩАЯ ЧАСТЬ

Оценочные материалы по дисциплине предназначены для оценки достижения обучающимися запланированных результатов обучения по дисциплине, этапа формирования запланированных компетенций и уровня освоения дисциплины.

Оценочные материалы по дисциплине включают оценочные средства для проведения мероприятий текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

Формируемые у обучающегося компетенции:

1. 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 Обосновывает потребности в техническом и материальном обеспечении эксплуатации автономных энергетических систем, установок водородной, электрохимической энергетики и их элементов

ИД-2 Выполняет маркетинговые исследования научно-технической информации в области исследований и разработки автономных энергетических систем, установок водородной, электрохимической энергетики и их элементов

ИД-3 Выполняет сбор, обработку, анализ и обобществление отечественного и международного опыта в области исследований и разработки автономных энергетических систем, установок водородной, электрохимической энергетики и их элементов

ИД-4 Анализирует научную проблематику области исследований и разработки автономных энергетических систем, установок водородной, электрохимической энергетики и их элементов

2. 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-1 Демонстрирует знание нормативов по энерго- и ресурсосбережению автономных энергетических систем, установок водородной, электрохимической энергетики и их элементов

ИД-2 Разрабатывает мероприятия по энерго- и ресурсосбережению для автономных энергетических систем, установок водородной, электрохимической энергетики и их элементов

3. РПК-1 Способен применять информационные технологии для проведения исследований в профессиональной деятельности

ИД-2 Проводит исследования с использованием информационных технологий

и включает:

для текущего контроля успеваемости:

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)

БРС 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.

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %				
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
	Срок КМ:	4	8	12	15
Основные понятия о водородном накоплении энергии					
Основные понятия о водородном накоплении энергии	+				
Электрохимические генераторы на основе топливных элементов					
Электрохимические генераторы на основе топливных элементов			+		
Хранение и транспортирование водорода					
Хранение и транспортирование водорода				+	
Применение водорода					
Применение водорода					+
Вес КМ:		25	25	25	25

СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

I. Оценочные средства для оценки запланированных результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Индекс компетенции	Индикатор	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Контрольная точка
ПК-3	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	КМ-1 Расчет электролизеров с разной производительностью по водороду (Контрольная работа)
ПК-3	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	КМ-1 Расчет электролизеров с разной производительностью по водороду (Контрольная работа)

		энергетического и химического профиля Уметь: ИД-2ПК-3 выполнять маркетинговые исследования научно-технической информации в области исследований и разработки автономных энергетических систем, установок водородной, электрохимической энергетики и их элементов	
ПК-3	ИД-3ПК-3 Выполняет сбор, обработку, анализ и обобществление отечественного и международного опыта в области исследований и разработки автономных энергетических систем, установок водородной, электрохимической энергетики и их элементов	Знать: ИД-3ПК-3 основные задачи разработки автономных энергетических систем. Уметь: ИД-3ПК-3 собирать и анализировать исходные данные для расчёта автономных энергетических систем с использованием современных методов поиска и обработки информации	КМ-2 Расчет топливных элементов различной мощности (Контрольная работа)
ПК-3	ИД-4ПК-3 Анализирует научную проблематику области исследований и разработки автономных энергетических систем,	Знать: ИД-4ПК-3 методы анализа потребления водорода для обеспечения бесперебойного режима	КМ-2 Расчет топливных элементов различной мощности (Контрольная работа)

	установок водородной, электрохимической энергетики и их элементов	работы Уметь: ИД-4ПК-3 анализировать научную проблематику области исследований и разработки автономных энергетических систем, установок водородной, электрохимической энергетики и их элементов	
ПК-4	ИД-1ПК-4 Демонстрирует знание нормативов по энерго- и ресурсосбережению автономных энергетических систем, установок водородной, электрохимической энергетики и их элементов	Знать: ИД-1ПК-4 методы определения потребности производства в топливно-энергетических ресурсах, обоснованию мероприятий по экономии энергоресурсов Уметь: ИД-1ПК-4 разрабатывать мероприятия по энерго- и ресурсосбережению для автономных энергетических систем, установок водородной, электрохимической энергетики и их элементов	КМ-3 Расчет систем хранения и транспортирования водорода (Контрольная работа)
ПК-4	ИД-2ПК-4 Разрабатывает мероприятия по энерго- и ресурсосбережению для автономных энергетических систем, установок водородной,	Знать: ИД-2ПК-4 методы расчета мероприятий по экономии энергоресурсов Уметь: ИД-2ПК-4 применять	КМ-4 Применение водорода (Контрольная работа)

	электрохимической энергетики и их элементов	методы определения потребности производства в топливно-энергетических ресурсах, обоснованию мероприятий по экономии энергоресурсов	
РПК-1	ИД-2 _{РПК-1} Проводит исследования с использованием информационных технологий	Знать: Методы теории вероятностей, теории случайных процессов и математической статистики Уметь: Строить алгоритмы решения типичных задач обработки информации в ИАС	КМ-1 Расчет электролизеров с разной производительностью по водороду (Контрольная работа) КМ-3 Расчет систем хранения и транспортирования водорода (Контрольная работа)

II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

КМ-1. Расчет электролизеров с разной производительностью по водороду

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: Работа выполняется по билетам на практическом занятии.

Краткое содержание задания:

Работа ориентирована на проверку знаний в области электролизеров с разной производительностью по водороду

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: ИД-1ПК-3 правила эксплуатации автономных энергетических систем, установок водородной энергетики и их элементов	1.Какие методы транспортировки водорода вы знаете? В чем достоинства и недостатки транспортировки жидкого водорода? Как выглядит схема доставки жидкого водорода?
Знать: 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	1.Принципы процесса производства, передачи, распределения и потребления водорода.
Уметь: ИД-1ПК-3 проводить расчет установок водородной энергетики и их элементов с разной производительностью по водороду	1.Какие ЭЭУ являются наиболее перспективными для использования в транспорте и почему?
Уметь: ИД-2ПК-3 выполнять маркетинговые исследования научно-технической информации в области исследований и разработки автономных энергетических систем, установок водородной, электрохимической энергетики и их элементов	1.Чему равны удельные энергозатраты на получение 1 м ³ водорода при нормальных условиях и среднем напряжении на одной электролизной ячейке 2,0 В? Как рассчитать тепло, выделяемое при работе электролизера?
Уметь: Строить алгоритмы решения типичных задач обработки информации в ИАС	1..Проведите расчет параметров электрохимических систем для гибридной энергоустановки мощностью 20 кВт на основе топливных элементов, электролизеров и металлгидридных систем хранения.

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: если студент правильно выполнил расчеты и дал правильные и полные ответы не менее чем на 90% вопросов контрольного билета

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

Описание характеристики выполнения знания: если студент правильно выполнил расчеты и дал правильные ответы не менее чем на 75% вопросов контрольного билета, допустил незначительные ошибки и не показал необходимой полноты знаний

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: если студент правильно выполнил расчеты и дал правильные ответы не менее чем на 50% вопросов контрольного билета, допустил значительные неточности и не показал полноты знаний

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: если студентом не выполнены условия, предполагающие оценку «Удовлетворительно»

КМ-2. Расчет топливных элементов различной мощности

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: Работа выполняется по билетам на практическом занятии.

Краткое содержание задания:

Работа ориентирована на проверку знаний по расчету топливных элементов различной мощности

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: ИД-3ПК-3 основные задачи разработки автономных энергетических систем.	1. В чем достоинства и недостатки транспортировки газообразного водорода с помощью транспорта?
Знать: ИД-4ПК-3 методы анализа потребления водорода для обеспечения бесперебойного режима работы	1. Методы анализа потребления водорода для обеспечения бесперебойного режима работы?
Уметь: ИД-3ПК-3 собирать и анализировать исходные данные для расчёта автономных энергетических систем с использованием современных методов поиска и обработки информации	1. Проведите расчет параметров электрохимических систем для гибридной энергоустановки мощностью 20 кВт на основе топливных элементов, электролизеров и металлгидридных систем хранения.
Уметь: ИД-4ПК-3 анализировать научную проблематику области исследований и разработки автономных энергетических систем, установок водородной,	1. Определите стандартную ЭДС водородно-кислородного топливного элемента, в котором при $T = 298 \text{ K}$ протекает реакция $\text{H}_2(\text{г}) + 1/2\text{O}_2(\text{г}) = \text{H}_2\text{O}(\text{ж})$.

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
электрохимической энергетики и их элементов	

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: если студент правильно выполнил расчеты и дал правильные и полные ответы не менее чем на 90% вопросов контрольного билета

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

Описание характеристики выполнения знания: если студент правильно выполнил расчеты и дал правильные ответы не менее чем на 75% вопросов контрольного билета, допустил незначительные ошибки и не показал необходимой полноты знаний

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: если студент правильно выполнил расчеты и дал правильные ответы не менее чем на 50% вопросов контрольного билета, допустил значительные неточности и не показал полноты знаний

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: если студентом не выполнены условия, предполагающие оценку «Удовлетворительно»

КМ-3. Расчет систем хранения и транспортирования водорода

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: Работа выполняется по билетам на практическом занятии.

Краткое содержание задания:

Работа ориентирована на проверку знаний по расчету систем хранения и транспортирования водорода

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: ИД-1ПК-4 методы определения потребности производства в топливно-энергетических ресурсах, обоснованию мероприятий по экономии энергоресурсов	1.методы определения потребности производства в топливно-энергетических ресурсах, обоснованию мероприятий по экономии энергоресурсов
Знать: Методы теории вероятностей, теории случайных процессов и математической статистики	1. Классификация контейнеров для хранения водорода под давлением. Крупномасштабное хранение водорода.
Уметь: ИД-1ПК-4 разрабатывать мероприятия по энерго- и ресурсосбережению для автономных энергетических систем, установок	1.Рассчитайте объем водорода, находящийся в металлгидридном реакторе при температуре 250С, если в реакторе находится сплав LaNi5 в количестве 3 кг. Известно, что реактор заполнен

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
водородной, электрохимической энергетики и их элементов	на половину своей емкости, а максимальная емкость для данного сплава составляет 1,37 % масс

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: если студент правильно выполнил расчеты и дал правильные и полные ответы не менее чем на 90% вопросов контрольного билета

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

Описание характеристики выполнения знания: если студент правильно выполнил расчеты и дал правильные ответы не менее чем на 75% вопросов контрольного билета, допустил незначительные ошибки и не показал необходимой полноты знаний

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: если студент правильно выполнил расчеты и дал правильные ответы не менее чем на 50% вопросов контрольного билета, допустил значительные неточности и не показал полноты знаний

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: если студентом не выполнены условия, предполагающие оценку «Удовлетворительно»

КМ-4. Применение водорода

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: Работа выполняется по билетам на практическом занятии.

Краткое содержание задания:

Работа ориентирована на проверку знаний по применению водорода в энергетике

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: ИД-2ПК-4 методы расчета мероприятий по экономии энергоресурсов	1.методы расчета мероприятий по экономии энергоресурсов
Уметь: ИД-2ПК-4 применять методы определения потребности производства в топливно-энергетических ресурсах, обоснованию мероприятий по экономии энергоресурсов	1.Определить КПД ГибЭУ. Основные параметры установки: давление составляет 0,3 МПа, средняя рабочая температура в ТОТЭ 1273 К, температура конверсии 1123 К. Применяется внутренняя не прямая паровая конверсия метана. Считаем, что КПД ГТУ равняется 0,3. В целом коэффициент расхода электроэнергии на собственные нужды равняется 0,85. Степень использования топлива в ТОТЭ 0,85. Плотность тока в ТОТЭ $i = 350 \text{ МА/см}^2$,

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
	а среднее напряжение электрохимического элемента составляет 0,65В.

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: если студент правильно выполнил расчеты и дал правильные и полные ответы не менее чем на 90% вопросов контрольного билета

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

Описание характеристики выполнения знания: если студент правильно выполнил расчеты и дал правильные ответы не менее чем на 75% вопросов контрольного билета, допустил незначительные ошибки и не показал необходимой полноты знаний

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: если студент правильно выполнил расчеты и дал правильные ответы не менее чем на 50% вопросов контрольного билета, допустил значительные неточности и не показал полноты знаний

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: если студентом не выполнены условия, предполагающие оценку «Удовлетворительно»

СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

1 семестр

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

Пример билета

1. Основные понятия о накоплении энергии. Виды накопителей энергии. Электрохимические накопители энергии: аккумуляторы, суперконденсаторы, проточные редокс-накопители. Место водородного накопителя энергии. Особенности выбора накопителя для систем с ВИЭ
2. Производство водорода из органического сырья. Какие углеводороды используются в качестве исходного сырья для получения водорода? По каким основным реакциям осуществляется паровая и углекислотная конверсия? Каким образом улучшается кинетика этих реакций? По каким основным реакциям осуществляется парциальное окисление углеводородов? В чем его достоинства и недостатки
3. Классификация контейнеров для хранения водорода под давлением. Крупномасштабное хранение водорода.

Процедура проведения

Проводится в устной форме по билетам в виде подготовки и изложения развернутого ответа

1. Перечень компетенций/индикаторов и контрольных вопросов проверки результатов освоения дисциплины

1. Компетенция/Индикатор: ИД-1_{ПК-3} Обосновывает потребности в техническом и материальном обеспечении эксплуатации автономных энергетических систем, установок водородной, электрохимической энергетики и их элементов

Вопросы, задания

1. Какие сплавы можно использовать для хранения водорода. Как выглядят идеализированные изотермы реакции, кривые Вант Гоффа, РСТ диаграммы процессов адсорбция-десорбция водорода для предложенных сплавов.
2. В чем заключается привлекательность транспортировки газообразного водорода по трубопроводам с точки зрения водородной экономики?
3. Примеры отечественных ожижительных установок. Требования к резервуарам для хранения водорода. Оцените потери на испарение

Материалы для проверки остаточных знаний

1. Из каких основных процессов состоит взаимодействие водорода с металлами? Как водород влияет на механические характеристики металлов?

2. Компетенция/Индикатор: 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

Вопросы, задания

1. Проведите расчет параметров электрохимических систем для гибридной энергоустановки мощностью 20 кВт на основе топливных элементов, электролизеров и металлгидридных систем хранения.

- 2.Классификация контейнеров для хранения водорода под давлением.
Крупномасштабное хранение водорода
- 3.Производство водорода из органического сырья. Какие углеводороды используются в качестве исходного сырья для получения водорода? По каким основным реакциям осуществляется паровая и углекислотная конверсия? Каким образом улучшается кинетика этих реакций? По каким основным реакциям осуществляется парциальное окисление углеводородов? В чем его достоинства и недостатки
- 4.Основные понятия о накоплении энергии. Виды накопителей энергии.
Электрохимические накопители энергии: аккумуляторы, суперконденсаторы, проточные редокс-накопители. Место водородного накопителя энергии. Особенности выбора накопителя для систем с ВИЭ

Материалы для проверки остаточных знаний

- 1.В чем достоинства и недостатки транспортировки газообразного водорода по трубопроводам?

Верный ответ: Водород можно транспортировать к месту его использования в газообразном или жидком состояниях, а также с помощью твердых или жидких носителей, которые содержат водород в связанном виде. Носителями могут служить гидриды металлов, наноструктуры, жидкие углеводороды и другие богатые водородом соединения. К носителям не относят природный газ, этанол, метанол и др., считающиеся сырьем для производства водорода. В настоящее время водород в основном транспортируется в газообразном состоянии по трубопроводным системам или с помощью трейлеров, оснащенных специальными трубами-контейнерами под давлением, а также в сжиженном виде в криогенных автомобильных и железнодорожных цистернах. У каждого из этих вариантов есть свой рациональный диапазон применения.

3. Компетенция/Индикатор: ИД-ЗПК-3 Выполняет сбор, обработку, анализ и обобществление отечественного и международного опыта в области исследований и разработки автономных энергетических систем, установок водородной, электрохимической энергетики и их элементов

Вопросы, задания

- 1.Какое место занимают ЭЭУ относительно традиционных транспортных энергоустановок по таким характеристикам, как дальность пробега на одной заправке, удельная мощность, удельная энергия?
- 2.Энергетические и капитальные затраты для ожижения водорода. Сравнение циклов ожижения.
- 3.Какова роль водорода в развитии возобновляемых источников энергии? Предложите схему гибридной установки на основе ветроустановки с водородным накоплением энергии.
- 4.Эффективность хранения сжатого водорода при различных давлениях. Энергозатраты на компримирование. Работа адиабатического сжатия водорода. Классификация контейнеров для хранения водорода под давлением

Материалы для проверки остаточных знаний

- 1.Какова роль водорода в развитии возобновляемых источников энергии? Предложите схему гибридной установки на основе ветроустановки с водородным накоплением энергии.

Ответы:

Схема гибридной установки

Верный ответ: Развернутый ответ

4. Компетенция/Индикатор: ИД-4_{ПК-3} Анализирует научную проблематику области исследований и разработки автономных энергетических систем, установок водородной, электрохимической энергетики и их элементов

Вопросы, задания

1. Как выглядит схема доставки газообразного водорода? Поясните с ее помощью границы применения методов транспортировки газообразного водорода.
2. В чем достоинства и недостатки транспортировки газообразного водорода с помощью транспорта?
3. Какие методы транспортировки водорода вы знаете? В чем достоинства и недостатки транспортировки жидкого водорода? Как выглядит схема доставки жидкого водорода?

Материалы для проверки остаточных знаний

1. Рассчитайте объем водорода, находящийся в металлгидридном реакторе при температуре 250С, если в реакторе находится сплав LaNi₅ в количестве 3 кг. Известно, что реактор заполнен на половину своей емкости, а максимальная емкость для данного сплава составляет 1,37 % масс

Верный ответ: 230 л H₂

5. Компетенция/Индикатор: ИД-1_{ПК-4} Демонстрирует знание нормативов по энерго- и ресурсосбережению автономных энергетических систем, установок водородной, электрохимической энергетики и их элементов

Вопросы, задания

1. В чем достоинства и недостатки транспортировки газообразного водорода по трубопроводам?
2. Что собой представляют бифункциональные электрохимические системы? По каким возможным схемам они организуются, в чем достоинства и недостатки выбранных схем?
3. Какие ЭЭУ являются наиболее перспективными для использования в транспорте и почему?
4. Что представляет собой атомно-водородный энергоблок? Какие компоненты могут входить в водородную надстройку?

Материалы для проверки остаточных знаний

1. Чему равны удельные энергозатраты на получение 1 м³ водорода при нормальных условиях и среднем напряжении на одной электролизной ячейке 2,0 В? Как рассчитать тепло, выделяемое при работе электролизера?

Верный ответ: 4,78 кВт·ч/н.м³H₂

6. Компетенция/Индикатор: ИД-2_{ПК-4} Разрабатывает мероприятия по энерго- и ресурсосбережению для автономных энергетических систем, установок водородной, электрохимической энергетики и их элементов

Вопросы, задания

1. Каковы последствия неравномерности суточного графика нагрузок? Какие мероприятия проводятся для выравнивания суточного графика нагрузок?
2. Из каких основных процессов состоит взаимодействие водорода с металлами? Как водород влияет на механические характеристики металлов?

Материалы для проверки остаточных знаний

1. Определите стандартную ЭДС водородно-кислородного топливного элемента, в котором при Т 298 К протекает реакция $H_2(g) + 1/2O_2(g) = H_2O(ж)$.

Верный ответ: 1,229 В.

7. Компетенция/Индикатор: ИД-2_{РПК-1} Проводит исследования с использованием информационных технологий

Вопросы, задания

1. Каким образом использование водорода увеличивает эффективность паротурбинных, газотурбинных и парогазовых установок? Какие трудности возникают при использовании водорода в данных установках?

Материалы для проверки остаточных знаний

1. Производство водорода из органического сырья. Какие углеводороды используются в качестве исходного сырья для получения водорода? По каким основным реакциям осуществляется паровая и уголекислотная конверсия? Каким образом улучшается кинетика этих реакций? По каким основным реакциям осуществляется парциальное окисление углеводородов? В чем его достоинства и недостатки

II. Описание шкалы оценивания

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "продвинутого" уровня. Ответы даны верно, четко сформулированные особенности практических решений

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "базового" уровня. Большинство ответов даны верно. В части материала есть незначительные недостатки

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "порогового" уровня. Основная часть задания выполнена верно. на вопросы углубленного уровня

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Работа не выполнена или выполнена преимущественно неправильно

III. Правила выставления итоговой оценки по курсу

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