

**Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»**

Направление подготовки/специальность: 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Наименование образовательной программы: Автономные энергетические системы

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная

**Оценочные материалы
по дисциплине
Физико-химические методы исследования**

**Москва
2024**

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Разработчик

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Нефедкин С.И.
	Идентификатор	Re4207b7b-NefedkinSI-3a80b823

С.И.
Нефедкин

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-4 Способен к разработке мероприятий по совершенствованию технологии производства автономных энергетических систем и их элементов

ИД-2 анализирует научную проблематику области исследований и разработки автономных энергетических систем и их элементов

ИД-3 выполняет эксперименты по параметрам и характеристикам химических реакторов, топливных элементов, электрохимических энергоустановок, установок водородной энергетики и их элементов в соответствии с установленными полномочиями

и включает:

для текущего контроля успеваемости:

Форма реализации: Компьютерное задание

1. Поиск источников по базам данных Интернет-ресурсов (Реферат)

Форма реализации: Письменная работа

1. Термодинамика топливного элемента (Тестирование)

2. Электроды сравнения, электродные потенциалы (Тестирование)

Форма реализации: Устная форма

1. Защита лабораторной работы "Исследование физико-химических показателей водных технологических сред" (Дискуссия)

БРС дисциплины

7 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

КМ-1 Термодинамика топливного элемента (Тестирование)

КМ-2 Электроды сравнения, электродные потенциалы (Тестирование)

КМ-3 Защита лабораторной работы "Исследование физико-химических показателей водных технологических сред" (Дискуссия)

КМ-4 Поиск источников по базам данных Интернет-ресурсов (Реферат)

Вид промежуточной аттестации – Зачет с оценкой.

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %				
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4

	Срок КМ:	4	8	12	15
Равновесные и неравновесные электрохимические методы анализа. Электрохимические методы исследования топливных элементов и электролизных ячеек					
Равновесные и неравновесные электрохимические методы анализа. Электрохимические методы исследования топливных элементов и электролизных ячеек	+				
Электрохимические методы исследования. Методы исследования пористых и дисперсных элементов. Методы микроскопии.					
Электрохимические методы исследования. Методы исследования пористых и дисперсных элементов. Методы микроскопии.		+			
Спектральные и хроматографические методы. Термогравитометрия. Исследование водных технологических сред.					
Спектральные и хроматографические методы. Термогравитометрия. Исследование водных технологических сред.			+		
Физико-химические свойства водорода и методы его контроля. Исследование работы топливного элемента и электролизной ячейки					
Физико-химические свойства водорода и методы его контроля. Исследование работы топливного элемента и электролизной ячейки					+
	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-4	ИД-2ПК-4 анализирует научную проблематику области исследований и разработки автономных энергетических систем и их элементов	Знать: методы характеристики катализаторов, электродов и других элементов электрохимических устройствах преобразования энергии основные закономерности классических и новых физико-химических методов исследований (электрохимических, спектральных, термографических и хроматографических) применительно в технологиям водородной и электрохимической энергетики; Уметь: проводить исследования процессов и материалов в электрохимических устройствах преобразования энергии	КМ-1 Термодинамика топливного элемента (Тестирование) КМ-2 Электроды сравнения, электродные потенциалы (Тестирование) КМ-3 Защита лабораторной работы "Исследование физико-химических показателей водных технологических сред" (Дискуссия)

		(топливные элементы, электролизеры, аккумуляторы) анализировать и использовать на практике результаты исследований, давать рекомендации по улучшению параметров исследуемых устройств	
ПК-4	ИД-3 _{ПК-4} выполняет эксперименты по параметрам и характеристикам химических реакторов, топливных элементов, электрохимических энергоустановок, установок водородной энергетики и их элементов в соответствии с установленными полномочиями	Знать: возможности доступа и анализа информационных научных ресурсов (научные журналы, патенты, книги) Уметь: использовать информационные мировые ресурсы (научные журналы, патенты, книги) для выполнения исследований на современном уровне	КМ-4 Поиск источников по базам данных Интернет-ресурсов (Реферат)

II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

КМ-1. Термодинамика топливного элемента

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Тестирование

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

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

Краткое содержание задания:

Работа ориентирована на проверку знаний в области термодинамики топливного элемента

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: основные закономерности классических и новых физико-химических методов исследований (электрохимических, спектральных, термографических и хроматографических) применительно в технологиям водородной и электрохимической энергетики;	1. Определите значение идеального термодинамического КПД водород-воздушного топливного элемента при $T=298\text{ К}$, при давлении водорода $0,1\text{ МПа}$, при давлении воздуха $0,1\text{ МПа}$ и степени использования топлива $=0,9$ а) $0,747$ б) $0,98$ в) $0,824$ г) $0,850$ д) $0,815$ Ответ: а) 2. Определите значение идеального термодинамического КПД водород-воздушного топливного элемента при $T=473\text{ К}$, при давлении водорода $0,1\text{ МПа}$, при давлении воздуха $0,1\text{ МПа}$ и степени использования топлива $=0,85$ а) $0,798$ б) $0,98$ в) $0,654$ г) $0,850$ д) $0,615$ Ответ: в) 3. Определите значение идеального термодинамического КПД водород-воздушного топливного элемента при $T=673\text{ К}$, при давлении

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
	водорода 0,1 МПа, при давлении воздуха 0,1 МПа и степени использования топлива =0,80 а) 0,798 б) 0,592 в) 0,654 г) 0,850 д) 0,615 Ответ: д) 4. Определите значение идеального термодинамического КПД водород-воздушного топливного элемента при $T=873$ К, при давлении водорода 0,1 МПа, при давлении воздуха 0,1 МПа и степени использования топлива =0,85 а) 0,798 б) 0,592 в) 0,654 г) 0,595 д) 0,615 Ответ: г)

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

КМ-2. Электроды сравнения, электродные потенциалы

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Тестирование

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

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

Краткое содержание задания:

Работа ориентирована на проверку знаний в области расчетов электродных потенциалов

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: методы характеристики катализаторов, электродов и других элементов электрохимических устройствах преобразования энергии	1. Потенциал электрода при выполнении электрохимических измерений в 0,5 М H_2SO_4 при $T=298$ оС равен $E=0,3$ В относительно обратимого водородного электрода сравнения (ОВЭ). Относительно сульфат – ртутного электрода сравнения (Hg/HgSO_4) значение потенциала электрода составит а) 0,1361 В б) 0,522 В в) 0,9141 В г) 1,025 В д) 1,560 В ответ: в 2. Потенциал электрода при выполнении электрохимических измерений в 0,5 М H_2SO_4 при $T=298$ оС равен $E=0,3$ В относительно обратимого водородного электрода сравнения (ОВЭ). Относительно насыщенного хлорсеребряного электрода сравнения (Ag/AgCl) составит: а) 0,1361 В б) 0,522 В в) 0,9141 В г) 0,802 д) 1,560 В ответ: г 3. Потенциал электрода при выполнении электрохимических измерений в 0,5 М H_2SO_4 при $T=298$ оС равен $E=0,3$ В относительно обратимого водородного электрода сравнения (ОВЭ). Относительно насыщенного каломельного электрода сравнения ($\text{Hg}_2\text{Cl}_2(\text{ТВ.}), \text{Hg}(\text{ж.}) \text{Cl}-(\text{насыщ.})$) значение потенциала электрода составит: а) 0,1361 В б) 0,522 В в) 0,9141 В г) 0,5415 д) 1,560 В Ответ: в 4. Потенциал электрода при выполнении электрохимических измерений в 6 М КОН при $T=298$ оС равен $E=0,3$ В относительно обратимого

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
	водородного электрода сравнения (ОВЭ). Относительно окисно-ртутного электрода сравнения (Hg/HgO, NaOH) значение потенциала электрода составит а) 0,1361 В б) 0,522 В в) 0,467 г) 1,025 В д) 0,9141 В ответ д

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

КМ-3. Защита лабораторной работы "Исследование физико-химических показателей водных технологических сред"

Формы реализации: Устная форма

Тип контрольного мероприятия: Дискуссия

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: Работа выполняется на практическом занятии в устной форме.

Краткое содержание задания:

Работа ориентирована на проверку знаний по лабораторным работам

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Уметь: анализировать и использовать на практике результаты исследований, давать рекомендации по улучшению параметров исследуемых устройств	1.Опишете форму вольтамперных кривых и ее характерные участки. 2.Определение влияния подачи воздуха на вольтамперную характеристику топливного элемента.

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
	3. Напишите основные составляющие напряжения топливного элемента. 4. Как температура Топливного элемента влияет на его ЭДС и основные составляющие напряжения. 5. Опишите основные компоненты мембрано-электродного блока ТЭ с протонообменной мембраной и функциональное назначение. 6. Приведите примеры водных технологических сред в электрохимической энергетике
Уметь: проводить исследования процессов и материалов в электрохимических устройствах преобразования энергии (топливные элементы, электролизеры, аккумуляторы)	1. Перечислите основные физико-химические показатели водных технологических сред 2. Назовите основные методы исследования физико-химические показателей водных технологических сред 3. Какова зависимость удельной электропроводности сильных электролитов от концентрации и температуры?

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

КМ-4. Поиск источников по базам данных Интернет-ресурсов

Формы реализации: Компьютерное задание

Тип контрольного мероприятия: Реферат

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: Работа выполняется по вариантам теста в форме домашнего задания.

Краткое содержание задания:

Работа ориентирована на проверку знаний в области физико-химических методов исследования

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: возможности доступа и анализа информационных научных ресурсов (научные журналы, патенты, книги)	1.Изучение физико-химических методов исследования на примере разбора и обсуждения научных статей из ведущих научных журналах по теме специальности. Студенты по согласованию с преподавателей выбирают научную статью, переводят ее с английского, делают презентацию, в которой разбирают используемые физико-химические методов методы исследования, предложенные авторами статьи. В качестве источника информации – необходимо использовать ведущие научные журналы на английском языке, выбранные на портале www.sciencedirect.com International Journal of Hydrogen Energy, Journal of Power Sources, Electrochimica Acta Electrochemistry Communications
Уметь: использовать информационные мировые ресурсы (научные журналы, патенты, книги) для выполнения исследований на современном уровне	1.Сделать подборку статей и дать анализ используемых методов физико-химических исследований. Тематика ключевых слов определяется преподавателем. Для подготовки доклада выделяется время, запланированное на самостоятельную подготовку, а также время практических занятий для доклада и публичного обсуждения из расчета 1 час на одну студенческую презентацию (доклад и обсуждение). В результате индивидуальных докладов студентов по результатам работы над научной статьей и результатов обсуждения оценивается уровень освоения материала студентов и его возможности к освоению сложного и нового материала.

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

7 семестр

Форма промежуточной аттестации: Зачет с оценкой

Пример билета

1. Классификация объектов и методов физико-химических исследований применительно к технологиям водородной энергетики
2. Физико-химические свойства водорода и методы его контроля
Термокондуктометрические средства контроля

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-2ПК-4 анализирует научную проблематику области исследований и разработки автономных энергетических систем и их элементов

Вопросы, задания

1. Растровая электронная микроскопия
2. Электрохимическая поляризация. Уравнение Тафеля
3. Методы пробоподготовки
4. Эффективный КПД топливного элемента
5. Сканирующая туннельная микроскопия
6. Основные положения термодинамики электрохимической системы водород-кислородного топливного элемента
7. Хроматографические методы. Газовая хроматография
8. Электроды сравнения. Нормальный водородный электрод. Хлорсеребряный электрод. Окисно-ртутный электрод.
9. Метод низкотемпературной адсорбции азота (Метод БЭТ)

Материалы для проверки остаточных знаний

1. Определите значение идеального термодинамического КПД водород-воздушного топливного элемента при $T=473\text{ К}$, при давлении водорода $0,1\text{ МПа}$,
Верный ответ: 0,654

2. Компетенция/Индикатор: ИД-3ПК-4 выполняет эксперименты по параметрам и характеристикам химических реакторов, топливных элементов, электрохимических энергоустановок, установок водородной энергетики и их элементов в соответствии с установленными полномочиями

Вопросы, задания

1. Электрохимическая система водород-кислородного топливного элемента и электролизера разложения воды
2. Классификация методов микроскопии.
3. Электрохимические ячейки для проведения исследований. Электродная система. Устройство и обеспечение точности измерений.
4. Вольтаметриция. Основные принципы и назначение

5. Технологическая схема тестовой для испытания водород-кислородного топливного элемента
6. Методы очистки воды. Ионный обмен.
7. Устройство водород-воздушного топливного элемента и методы исследования его характеристик. Тестовые станции
8. Спектральные методы анализа. Атомная спектроскопия.
9. Методика определения контактного сопротивления на границе электрод-диафрагма (мембрана) электрохимического элемента
10. Методы очистки воды. Обратный осмос.
11. Графический способ определения значения плотности тока обмена (на примере щелочной электролизной ячейки)
12. Физико-химические свойства водорода и методы его контроля. Диффузионные средства контроля
13. Определение составляющих напряжения электролизной ячейки
14. Физико-химические свойства водорода и методы его контроля. Термохимические средства контроля
15. Анализ работы водород-кислородного топливного элемента по вольтамперной характеристике

Материалы для проверки остаточных знаний

1. Потенциал электрода при выполнении электрохимических измерений в 0,5 М H_2SO_4 при $T=298$ оС равен $E=0,3$ В относительно обратимого водородного электрода сравнения (ОВЭ). Относительно сульфат – ртутного электрода сравнения (Hg/HgSO_4) значение потенциала электрода составит

Верный ответ: 0,9141 В

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.