

**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
2022**

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Преподаватель

(должность)

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

(подпись)

С.И.
Нефедкин

(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)

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

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

\$Общая часть/Для промежуточной аттестации\$

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: анализировать и использовать на практике результаты исследований, давать рекомендации по улучшению параметров	Термодинамика топливного элемента (Тестирование) Электроды сравнения, электродные потенциалы (Тестирование) Защита лабораторной работы "Исследование физико-химических показателей водных технологических сред" (Дискуссия)

		исследуемых устройств проводить исследования процессов и материалов в электрохимических устройствах преобразования энергии (топливные элементы, электролизеры, аккумуляторы)	
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	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:

<p>Знать: основные закономерности классических и новых физико-химических методов исследований (электрохимических, спектральных, термографических и хроматографических) применительно в технологиям водородной и электрохимической энергетики;</p>	<p>1. Определите значение идеального термодинамического КПД водород-воздушного топливного элемента при $T=298\text{ K}$, при давлении водорода $0,1\text{ МПа}$, при давлении воздуха $0,1\text{ МПа}$ и степени использования топлива $=0,9$</p> <p>а) $0,747$ б) $0,98$ в) $0,824$ г) $0,850$ д) $0,815$ Ответ: а)</p> <p>2. Определите значение идеального термодинамического КПД водород-воздушного топливного элемента при $T=473\text{ K}$, при давлении водорода $0,1\text{ МПа}$, при давлении воздуха $0,1\text{ МПа}$ и степени использования топлива $=0,85$</p> <p>а) $0,798$ б) $0,98$ в) $0,654$ г) $0,850$ д) $0,615$ Ответ: в)</p> <p>3. Определите значение идеального термодинамического КПД водород-воздушного топливного элемента при $T=673\text{ K}$, при давлении водорода $0,1\text{ МПа}$, при давлении воздуха $0,1\text{ МПа}$ и степени использования топлива $=0,80$</p> <p>а) $0,798$ б) $0,592$ в) $0,654$ г) $0,850$ д) $0,615$</p>
---	--

	<p>Ответ: д)</p> <p>4. Определите значение идеального термодинамического КПД водород-воздушного топливного элемента при $T=873\text{ К}$, при давлении водорода $0,1\text{ МПа}$, при давлении воздуха $0,1\text{ МПа}$ и степени использования топлива $=0,85$</p> <p>а) $0,798$ б) $0,592$ в) $0,654$ г) $0,595$ д) $0,615$</p> <p>Ответ: г)</p>
--	---

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

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

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

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

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

<p>Знать: методы характеризации катализаторов, электродов и других элементов электрохимических устройствах преобразования энергии</p>	<p>1. Потенциал электрода при выполнении электрохимических измерений в $0,5\text{ М Н}_2\text{SO}_4$ при $T=298\text{ оС}$ равен $E=0,3\text{ В}$ относительно обратимого водородного электрода сравнения (ОВЭ). Относительно сульфат – ртутного электрода сравнения (Hg/HgSO_4) значение потенциала электрода составит</p> <p>а) $0,1361\text{ В}$ б) $0,522\text{ В}$ в) $0,9141\text{ В}$</p>
---	---

	<p>г) 1,025 В д) 1,560 В ответ: в</p> <p>2. Потенциал электрода при выполнении электрохимических измерений в 0,5 М H₂SO₄ 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 В д) 1,560 В ответ: г</p> <p>3. Потенциал электрода при выполнении электрохимических измерений в 0,5 М H₂SO₄ при T=298 оС равен E=0,3 В относительно обратимого водородного электрода сравнения (ОВЭ). Относительно насыщенного каломельного электрода сравнения (Hg₂Cl₂(ТВ.), Hg(ж.) Cl⁻(насыщ.)) значение потенциала электрода составит: а) 0,1361 В б) 0,522 В в) 0,9141 В г) 0,5415 В д) 1,560 В Ответ: в</p> <p>4. Потенциал электрода при выполнении электрохимических измерений в 6 М КОН при T=298 оС равен E=0,3 В относительно обратимого 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 В г) 1,025 В д) 0,9141 В ответ д</p>
--	--

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

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

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

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

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

Уметь: анализировать и использовать на практике результаты исследований, давать рекомендации по улучшению параметров исследуемых устройств	<ol style="list-style-type: none">1.Опишите форму вольтамперных кривых и ее характерные участки.2.Определение влияния подачи воздуха на вольтамперную характеристику топливного элемента.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)	<ol style="list-style-type: none">1.Перечислите основные физико-химические показатели водных технологических сред2.Назовите основные методы исследования физико-химические показатели водных технологических сред3.Какова зависимость удельной электропроводности сильных электролитов от концентрации и температуры?

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

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

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

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

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

<p>Знать: возможности доступа и анализа информационных научных ресурсов (научные журналы, патенты, книги)</p>	<p>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 методы 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</p>
<p>Уметь: использовать информационные мировые ресурсы (научные журналы, патенты, книги) для выполнения исследований на современном уровне</p>	<p>1.Сделать подборку статей и дать анализ используемых методов физико-химических исследований. Тематика ключевых слов определяется преподавателем. Для подготовки доклада выделяется время, запанированное 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.</p>

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

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

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

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно 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. Вольтаметрия. 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 H₂SO₄ при T=298 оС равен E=0,3 В относительно обратимого водородного электрода сравнения (ОВЭ). Относительно сульфат – ртутного электрода сравнения (Hg/HgSO₄) значение потенциала электрода составит
Верный ответ: 0,9141 В

II. Описание шкалы оценивания

Оценка: 5

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

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

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

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.