

**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
Химические источники тока**

**Москва
2024**

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Разработчик

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Смирнов С.Е.
	Идентификатор	Rb75d7171-SmirnovSY-bebf2b9b

С.Е. Смирнов

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-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

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

и включает:

для текущего контроля успеваемости:

Форма реализации: Письменная работа

1. Защита расчетных заданий (Расчетно-графическая работа)
2. Поляризация электродов. Поляризационные кривые (Тестирование)
3. Равновесные потенциалы электродов (Тестирование)
4. Химические источники тока (Тестирование)

БРС дисциплины

3 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 Равновесные потенциалы электродов (Тестирование)
- КМ-2 Поляризация электродов. Поляризационные кривые (Тестирование)
- КМ-3 Химические источники тока (Тестирование)
- КМ-4 Защита расчетных заданий (Расчетно-графическая 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
Термодинамика ХИТ					
Термодинамика ХИТ.		+			
Восстановители и окислители. Ионные проводники ХИТ.		+			
Кинетика электродных процессов. Параметры и характеристики ХИТ					
Кинетика электродных процессов.			+		
Параметры и характеристики ХИТ			+		
Первичные ХИТ. Аккумуляторы.					
Первичные ХИТ. Резервные ХИТ.				+	
Основные понятия об аккумуляторах. Аккумуляторы с водными и неводными растворами электролитов				+	
Электрохимические конденсаторы. Топливные элементы.					
Электрохимические конденсаторы					+
Топливные элементы. Топливные элементы с щелочными и твердополимерным электролитами. Высокотемпературные топливные элементы. Портативные ХИТ на основе топливных элементов.					+
	Вес КМ:	15	15	35	35

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-3 _{ПК-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-3 ПК-3 материалы, применяемые в химических источниках тока, их свойства, классификацию и маркировку Уметь: ИД-3 ПК-3 выбирать новые конструкционные материалы для изготовления основных и вспомогательных элементов химических источников тока для обеспечения их бесперебойной эксплуатации	КМ-1 Равновесные потенциалы электродов (Тестирование) КМ-3 Химические источники тока (Тестирование)
ПК-4	ИД-1 _{ПК-4} Демонстрирует знание нормативов по энерго- и ресурсосбережению автономных энергетических систем, установок водородной,	Знать: ИД-1 ПК-4 методы определения потребности химических источников тока в топливе способы уменьшения расхода топлива в установках	КМ-3 Химические источники тока (Тестирование) КМ-4 Защита расчетных заданий (Расчетно-графическая работа)

	электрохимической энергетики и их элементов	электрохимической энергетики Уметь: ИД-1 ПК-4 проводить расчеты энергетических параметров химических источников тока, автономных энергетических установок и их элементов проводить разработки по энерго- и ресурсосбережению для химических источников тока, автономных энергетических установок и их элементов	
ПК-4	ИД-2ПК-4 Разрабатывает мероприятия по энерго- и ресурсосбережению для автономных энергетических систем, установок водородной, электрохимической энергетики и их элементов	Знать: ИД-2 ПК-4 способы уменьшения расхода топлива в установках электрохимической энергетики. Уметь: ИД-2 ПК-4 проводить разработки по энерго- и ресурсосбережению для химических источников тока, автономных энергетических установок и их элементов	КМ-2 Поляризация электродов. Поляризационные кривые (Тестирование)

II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

КМ-1. Равновесные потенциалы электродов

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Тестирование

Вес контрольного мероприятия в БРС: 15

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

Краткое содержание задания:

Работа ориентирована на проверку знаний по расчетам равновесных потенциалов электродов

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: ИД-3 ПК-3 материалы, применяемые в химических источниках тока, их свойства, классификацию и маркировку	<p>1. Какие факторы влияют на потенциал гальванического электрода</p> <ol style="list-style-type: none">1) активность ионов металла2) атмосферное давление3) напряжение в сети <p>Ответ 1</p> <p>2.</p> <p>Равновесный потенциал медного электрода при 298 К в растворе для меднения (0,01M CuSO₄ , 0,01 M H₂SO₄) равен ($E^0_{Cu^{2+}/Cu} = 0,337\text{ В}$)</p> <ol style="list-style-type: none">1) 0,366 В2) 0,337 В3) 0,386 В4) 0,266 В <p>Ответ 4</p> <p>3. Равновесный потенциал цинкового электрода при 298 К в растворе для цинкования (0,05M ZnSO₄ , 0,01 M Na₂SO₄ ,) равен ($E^0_{Zn^{2+}/Zn} = - 0,763\text{ В}$)</p> <ol style="list-style-type: none">1) - 0,817 В2) - 0,927 В3) 0,817 В4) 0,927 В <p>Ответ 1</p> <p>4. pH раствора электролита, в котором равновесный потенциал водородного электрода $E_p H^+/H_2 = -0,145\text{ В}$ при 298 К, равен ($E^0_{H^+/H_2} = 0,0\text{ В}$; $\gamma_{H^+} = 0,975$)</p> <ol style="list-style-type: none">1) 8,46

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
	2) 5,55 3) 2,46 4) 6,46 Ответ 3

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. Поляризация электродов. Поляризационные кривые

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Тестирование

Вес контрольного мероприятия в БРС: 15

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

Краткое содержание задания:

Работа ориентирована на проверку знаний по расчету поляризации электродов

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: ИД-2 ПК-4 способы уменьшения расхода топлива в установках электрохимической энергетики.	1. В ходе работы гальванического элемента в результате поляризации потенциал анода становится 1) менее положительным 2) менее отрицательным 3) более отрицательным 4) не изменяется Ответ 2 2. В ходе электролиза воды в результате поляризации электрода потенциал выделения водорода становится 1) более положительным 2) менее отрицательным

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
	<p>3) более отрицательным 4) не изменяется Ответ 3</p> <p>3.Электрохимическая поляризация процесса выделения водорода на катоде электролизера будет минимальной на электроде из</p> <p>1) Pb 2) Ni 3) Pt 4) Sn Ответ 3</p>
<p>Уметь: ИД-2 ПК-4 проводить разработки по энерго- и ресурсосбережению для химических источников тока, автономных энергетических установок и их элементов</p>	<p>1.Концентрационная поляризация процесса выделения свинца (Pb) из раствора, содержащего 2,07 г/л Pb^{2+} , при коэффициенте диффузии ионов Pb^{2+} 10^{-9} м²/с и толщине диффузионного слоя $\delta=10^{-4}$ м на катоде электролизера при 298 К и плотности тока 9 А/м², составит</p> <p>1) 0,028 В ; 2) 0,56 В; 3) 0,056 В; 4) 0,28 В. Ответ 1</p> <p>2.Ток, идущий на выделение водорода на платиновом электроде площадью 1 м² из щелочного раствора при поляризации электрода 0,5 В, составит (Константы уравнения Тафеля $a=0,31$; $b=0,10$).</p> <p>1) 10 кА; 2) 100 А; 3) 5 кА; 4) 50 кА. Ответ 1</p> <p>3.Ток, расходуемый на выделение водорода на никелевом электроде площадью 1 м² из щелочного раствора при электрохимической поляризации электрода 0,45 В, составит (константы уравнения Тафеля $a=0,65$; $b=0,10$).</p> <p>1) 10 А; 2) 100 А; 3) 5 А; 4) 50 А. Ответ 2</p>

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. Химические источники тока

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Тестирование

Вес контрольного мероприятия в БРС: 35

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

Краткое содержание задания:

Работа ориентирована на проверку знаний в области химических источников тока

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: ИД-1 ПК-4 методы определения потребности химических источников тока в топливе способы уменьшения расхода топлива в установках электрохимической энергетики	1.Какими способами нельзя ускорить электродные реакции в топливных элементах. 1) изменение давления входящих газов 2) применение катализатора 3) увеличение активной площади поверхности 4) подключение внешнего источника тока Ответ 4 2.Какие факторы определяют напряжение аккумулятора при разряде и заряде 1) температура 2) количество электролита 3) давление в системе Ответ 1
Уметь: ИД-3 ПК-3 выбирать новые конструкционные материалы для изготовления основных и вспомогательных элементов химических источников тока для обеспечения их бесперебойной эксплуатации	1.Теоретически возможное количество электричества, которое можно получить в никель-железном аккумуляторе при стандартном состоянии (с.с.) и 298 К при ЭДС 1,48 В, составит

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
	1) 10 F 2) 1 F 3) 2 F 4) 5 F Ответ 3 2. Теоретически возможная энергия, которую можно получить в никель-железном аккумуляторе при с.с. и 298 К при ЭДС 1,48 В, составит 1) 285,6 кДж 2) 28,5 кДж 3) 56,2 кДж 4) 562,2 кДж Ответ 1

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. Защита расчетных заданий

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Расчетно-графическая работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 35

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

Краткое содержание задания:

Работа ориентирована на проверку знаний в области теоретической электрохимии и химических источников тока

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Уметь: ИД-1 ПК-4 проводить расчеты энергетических параметров химических источников тока, автономных	1. Расчет стандартной ЭДС и потенциалов

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
энергетических установок и их элементов проводить разработки по энерго- и ресурсосбережению для химических источников тока, автономных энергетических установок и их элементов	<p>электродов</p> <p>2.Расчет теоретического КПД элемента</p> <p>3.Расчет теоретического значения удельной мощности топливного элемента</p> <p>4.Расчет теоретического значения удельной энергии первичного элемента</p> <p>5.Расчет теоретического значения удельных энергетических параметров аккумулятора</p>

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

3 семестр

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

Пример билета

1. Основные понятия о топливных элементах. Электрохимические генераторы и энергоустановки
2. Электрохимические конденсаторы
3. Рассчитать удельную энергию аккумулятора для электромобиля.

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

Вопросы, задания

1. Электрохимические конденсаторы
2. Литиевые аккумуляторы
3. Стационарные аккумуляторы и батареи

Материалы для проверки остаточных знаний

1. Электрохимическая поляризация процесса выделения водорода на катоде электролизера будет минимальной на электроде из

Ответы:

- 1) Pb
- 2) Ni
- 3) Pt
- 4) Sn

Верный ответ: 3) Pt

2. Компетенция/Индикатор: ИД-1пк-4 Демонстрирует знание нормативов по энерго- и ресурсосбережению автономных энергетических систем, установок водородной, электрохимической энергетики и их элементов

Вопросы, задания

1. Рассчитать удельную энергию аккумулятора для электромобиля
2. Рассчитать удельную энергию конденсатора для электрокары
3. Рассчитать удельную емкость литий-металл фосфатного катода

Материалы для проверки остаточных знаний

1. Концентрационная поляризация процесса выделения свинца (Pb) из раствора, содержащего 2,07 г/л Pb^{2+} ,

при коэффициенте диффузии ионов Pb^{2+}
 $D = 10^{-9}$ м²/с и толщине диффузионного слоя $\delta = 10^{-4}$ м на катоде электролизера при 298 К и плотности тока 9 А/м², составит

Ответы:

- 1) 0,028 В;
- 2) 0,56 В;
- 3) 0,056 В;
- 4) 0,28 В.

Верный ответ: 1) 0,028 В

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

Вопросы, задания

1. Основные понятия о топливных элементах. Электрохимические генераторы и энергоустановки
2. Топливные элементы с щелочным электролитом
3. Топливные элементы с фосфорнокислым электролитом

Материалы для проверки остаточных знаний

1. В ходе работы гальванического элемента в результате поляризации потенциал анода становится

Ответы:

- 1) менее положительным
- 2) менее отрицательным
- 3) более отрицательным
- 4) не изменяется

Верный ответ: 2) менее отрицательным

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.