

**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
Специальные вопросы электрохимии**

**Москва
2024**

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Разработчик

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Скундин А.М.
	Идентификатор	R7bf1ad93-SkundinAM-18341b90

А.М.
Скундин

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

и включает:

для текущего контроля успеваемости:

Форма реализации: Письменная работа

1. «Задачи на законы Фарадея» (Контрольная работа)
2. «Принципы работы электрохимических устройств» (Контрольная работа)
3. «Электрохимическая терминология» (Контрольная работа)
4. Расчёт основных конструктивных параметров, коэффициентов использования активных веществ, удельных емкостных и энергетических характеристик литий-тионилхлоридных элементов разных типоразмеров (Расчетно-графическая работа)

БРС дисциплины

3 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 «Электрохимическая терминология» (Контрольная работа)
- КМ-2 «Задачи на законы Фарадея» (Контрольная работа)
- КМ-3 Расчёт основных конструктивных параметров, коэффициентов использования активных веществ, удельных емкостных и энергетических характеристик литий-тионилхлоридных элементов разных типоразмеров (Расчетно-графическая работа)
- КМ-4 «Принципы работы электрохимических устройств» (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	16
Особенности электрохимических процессов в химических источниках тока					
Особенности электрохимических процессов в химических источниках тока	+				
Электролиты в химических источниках тока (водные растворы; особенности неводных, расплавленных и твёрдых электролитов, полимерные электролиты)					
Электролиты в химических источниках тока		+			
Особенности неводных, расплавленных и твёрдых электролитов		+			
Полимерные электролиты в химических источниках тока		+			
Соединения внедрения и интеркаляционные системы					
Соединения внедрения и интеркаляционные системы				+	
Особенности электрохимической кинетики в химических источниках тока (диффузионная кинетика, лектродатализ в химических источниках тока). Основы электрохимической кинетики.					
Особенности электрохимической кинетики в химических источниках тока					+
Диффузионная кинетика					+
Электродатализ в химических источниках тока					+
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-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 принципы работы электрохимических реакторов, аккумуляторов, первичных элементов, топливных элементов, электрохимических энергоустановок Уметь: ИД-3ПК-3 самостоятельно разбираться в методиках расчета и применять их для решения поставленной задачи собирать и анализировать исходные данные для расчёта химического источника тока с использованием современных методов поиска и обработки информации	КМ-1 «Электрохимическая терминология» (Контрольная работа) КМ-2 «Задачи на законы Фарадея» (Контрольная работа)
ПК-4	ИД-1ПК-4 Демонстрирует знание нормативов по энерго- и ресурсосбережению	Знать: ИД-1ПК-4 методы определения потребности электрохимических	КМ-3 Расчёт основных конструктивных параметров, коэффициентов использования активных веществ, удельных емкостных и энергетических характеристик литий-тионилхлоридных элементов разных типоразмеров (Расчетно-графическая работа)

	автономных энергетических систем, установок водородной, электрохимической энергетики и их элементов	энергоустановок в топливе, обоснование мероприятий по уменьшению расхода топлива в установках электрохимической энергетики Уметь: ИД-1ПК-4 разрабатывать мероприятия по энерго- и ресурсосбережению для автономных энергетических систем, установок электрохимической энергетики и их элементов	КМ-4 «Принципы работы электрохимических устройств» (Контрольная работа)
--	---	--	---

II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

КМ-1. «Электрохимическая терминология»

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

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

Краткое содержание задания:

Работа ориентирована на проверку знаний в области электрохимической терминологии

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: ИД-ЗПК-3 принципы работы электрохимических реакторов, аккумуляторов, первичных элементов, топливных элементов, электрохимических энергоустановок	1. Дать определения разноименным электродам в резервном тепловом элементе. Пояснить разницу в наименовании методов активации в резервных элементах 2. Дать определения разноименным электродам в свинцовом и литий-ионном аккумуляторах.

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. «Задачи на законы Фарадея»

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

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

Краткое содержание задания:

Работа ориентирована на проверку знаний в области Законов Фарадея

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Уметь: ИД-3ПК-3 самостоятельно разбираться в методиках расчета и применять их для решения поставленной задачи собирать и анализировать исходные данные для расчёта химического источника тока с использованием современных методов поиска и обработки информации	1. Рассчитать теоретически необходимое количество металлического свинца, диоксида свинца и 28%-ного раствора серной кислоты для изготовления свинцового аккумулятора ёмкостью 45 Ач. 2. Какое время непрерывного разряда током 12 мкА может обеспечить элемент системы «литий – фторированный углерод», лимитируемый анодом, если в нем содержится 250 мг лития? Коэффициент использования лития принять равным 90%.

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. Расчёт основных конструктивных параметров, коэффициентов использования активных веществ, удельных емкостных и энергетических характеристик литий-тионилхлоридных элементов разных типоразмеров

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Расчетно-графическая работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

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

Краткое содержание задания:

Работа ориентирована на проверку знаний по расчету основных конструктивных параметров, коэффициентов использования активных веществ, удельных емкостных и энергетических характеристик литий-тионилхлоридных элементов разных типоразмеров

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: ИД-1ПК-4 методы определения потребности электрохимических энергоустановок в топливе, обоснование мероприятий по уменьшению расхода топлива в установках электрохимической энергетики	1. Расчет необходимого количества активных материалов источников тока разных электрохимических систем 2. Расчет коэффициентов активности электролитов 3. Расчет ширины электрохимического окна стабильности 4. Расчет э.д.с. по термодинамическим данным. 5. Расчет коэффициентов диффузии по потенциодинамическим данным 6. Расчет порядков электродных реакций 7. Расчет эффективности катализаторов 8. Расчет степеней заполнения адсорбированными частицами 9. Расчет кинетических данных по годографу электрохимического импеданса

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. «Принципы работы электрохимических устройств»

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

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

Краткое содержание задания:

Работа ориентирована на проверку знаний в области принципов работы электрохимических устройств

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Уметь: ИД-1ПК-4 разрабатывать мероприятия по энерго- и ресурсосбережению для автономных энергетических систем, установок электрохимической энергетики и их элементов	1.Описать основные типоразмеры химических источников тока, принципы герметизации, особенности конструкции батарей, уход за аккумуляторами. 2.Описать основные типы конструкции химических источников тока, реагенты, электроды, параметры и характеристики

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. Окно электрохимической стабильности. Термодинамические и кинетические факторы, влияющие на окно электрохимической стабильности.
2. Электрохимический импеданс. Основные соотношения для простых систем. Эквивалентные схемы.

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-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. Особенности диффузии в пористых электродах. Особенности газодиффузионных электродов
2. Удельная и эквивалентная электропроводность. Методы измерения электропроводности. Числа переноса.
3. Особенности электрохимических реакций. Стадии электрохимических реакций. Основные законы электрохимической кинетики.
4. Общие свойства электролитов. Классификация электролитов. Отличия физических свойств растворов от свойств растворителей. Особенности растворов-электролитов.
5. Межфазные потенциалы на границах металл-вакуум, металл-металл, металл-электролит. Гальвани-потенциал и Вольта-потенциал. Закон Вольта.
6. Окно электрохимической стабильности. Термодинамические и кинетические факторы, влияющие на окно электрохимической стабильности.
7. Электрохимический импеданс. Основные соотношения для простых систем. Эквивалентные схемы.

Материалы для проверки остаточных знаний

1. Какое время непрерывного разряда током 12 мкА может обеспечить элемент системы «литий – фторированный углерод», лимитируемый анодом, если в нем содержится 250 мг лития? Коэффициент использования лития принять равным 90%.
Верный ответ: 8 лет и 2 мес.

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. Токообразующие и побочные реакции в химических источниках тока.

- 2.Примеры соединений внедрения в электродах химических источников тока. Изменение валентности при внедрении.
- 3.Требования к неводным электролитам в химических источниках тока. Основные типы неводных электролитов.

Материалы для проверки остаточных знаний

1.Рассчитать теоретически необходимое количество металлического свинца, диоксида свинца и 28%-ного раствора серной кислоты для изготовления свинцового аккумулятора ёмкостью 45 Ач.

Верный ответ: 22.0 г свинца, 25.5 г диоксида свинца, 74.6 г серной кислоты

2.Описать основные типы конструкции химических источников тока, реагенты, электроды, параметры и характеристики

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.