

**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
Технология производства химических источников тока**

**Москва
2024**

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Разработчик

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Кулова Т.Л.
	Идентификатор	R9a146ccd-KulovaTL-d8f2d661

Т.Л. Кулова

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-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

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. Расчет батареи литий-ионного аккумулятора (Контрольная работа)
2. Свинцовые (кислотные), никель-водородные и никель-металлгидридные аккумуляторы (Тестирование)
3. Типы химических источников тока (Контрольная работа)
4. Электрохимическая терминология и принципы конструирования ХИТ (Тестирование)

БРС дисциплины

3 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 Электрохимическая терминология и принципы конструирования ХИТ (Тестирование)
КМ-2 Типы химических источников тока (Контрольная работа)
КМ-3 Свинцовые (кислотные), никель-водородные и никель-металлгидридные аккумуляторы

(Тестирование)

КМ-4 Расчет батареи литий-ионного аккумулятора (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
Основные понятия и определения. Материалы в химических источниках тока (ХИТ). Основные принципы конструирования ХИТ					
Материалы в химических источниках тока (ХИТ). Основные принципы конструирования ХИТ	+				
Методы исследования ХИТ и материалов. Источники тока системы диоксид марганца-цинк с соевым или щелочным электролитом. Ртутно-цинковые и серебряно-цинковые элементы.					
Методы исследования ХИТ и материалов. Источники тока системы диоксид марганца-цинк с соевым или щелочным электролитом. Ртутно-цинковые и серебряно-цинковые элементы.			+		
Свинцовые (кислотные) аккумуляторы. Никель-кадмиевые и никель-железные аккумуляторы. Никель-водородные и никель-металлгидридные аккумуляторы.					
Свинцовые аккумуляторы. Никель-железные и никель-кадмиевые аккумуляторы. Никель-водородные и никель-металлгидридные аккумуляторы				+	
Литиевые аккумуляторы. Литий-ионные аккумуляторы. Резервные химические источники тока. Электрохимические конденсаторы. Суперконденсаторы с неводными электролитами					
Литиевые аккумуляторы. Литий-ионные аккумуляторы. Резервные химические источники тока. Электрохимические конденсаторы. Суперконденсаторы с неводными электролитами					+
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-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 работы и конструктивные особенности аккумуляторов, первичных элементов и конденсаторов Уметь: ИД-2 _{ПК-3} рассчитывать удельные характеристики химических источников тока, бесперебойные режимы их работы применять результаты для решения поставленной задачи анализировать научную проблематику в области исследований и разработки первичных и вторичных химических источников тока	КМ-1 Электрохимическая терминология и принципы конструирования ХИТ (Тестирование) КМ-3 Свинцовые (кислотные), никель-водородные и никель-металлгидридные аккумуляторы (Тестирование)
ПК-3	ИД-3 _{ПК-3} Выполняет сбор, обработку, анализ и обобществление отечественного и международного опыта в	Знать: ИД-3 _{ПК-3} основные задачи проектирования автономных энергетических систем	КМ-1 Электрохимическая терминология и принципы конструирования ХИТ (Тестирование)

	области исследований и разработки автономных энергетических систем, установок водородной, электрохимической энергетики и их элементов	Уметь: ИД-3ПК-3 пользоваться электронными базами научных журналов и патентов, анализировать статьи и патенты по тематике, относящейся к электрохимической энергетике	
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 терминологию в области электрохимии; методы определения потребности производства в химических источниках тока, методы расчета мероприятий по экономии энергоресурсов Уметь: ИД-1ПК-4 собирать и анализировать исходные данные для расчёта химических источников тока с использованием современных методов поиска и обработки информации применять современные методы исследования для химических источников тока, оценивать и представлять результаты выполненной работы	КМ-2 Типы химических источников тока (Контрольная работа) КМ-4 Расчет батареи литий-ионного аккумулятора (Контрольная работа)

II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

КМ-1. Электрохимическая терминология и принципы конструирования ХИТ

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 по электрохимической терминологии и принципам конструирования ХИТ

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: ИД-2ПК-3 принципы работы и конструктивные особенности аккумуляторов, первичных элементов и конденсаторов	1. Выберите правильные ответы: (1а) Химический источник тока (ХИТ) – устройство, в котором химическая энергия активных веществ (окислителя и восстановителя) превращается в электрическую энергию. (1б) Химический источник тока (ХИТ) – устройство, в котором электрохимическая энергия активных веществ (окислителя и восстановителя) превращается в электрическую энергию. Ответ: 1а 2. Выберите правильные ответы: (2а) Катод – электрод, на котором происходит восстановление активного вещества. (2б) Катод – электрод, на котором происходит окисление активного вещества. Ответ: 2а 3. Выберите правильные ответы: (3а) Анод – электрод, на котором происходит восстановление активного вещества. (3б) Анод – электрод, на котором происходит окисление активного вещества. Ответ: 3б
Знать: ИД-3ПК-3 основные задачи проектирования автономных энергетических систем	1. Выберите правильные ответы: (4а) Электролиты бывают твердые, жидкие, гелеобразные, водные, неводные. (4б) Электролиты бывают твердые, жидкие, газообразные. Ответ: 4а

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
	2.Выберите правильные ответы: (5а) ЭДС равна разности равновесных электродных потенциалов 2 электродов. (5б) ЭДС равна сумме равновесных электродных потенциалов 2 электродов. Ответ: 5а 3.Выберите правильные ответы: (6а) Удельная емкость активных веществ рассчитывается по формуле: $Q_{+(-)} = F \cdot n / M_{+(-)}$ (6б) Удельная емкость активных веществ рассчитывается по формуле: $Q_{+(-)} = F \cdot n \cdot M_{+(-)}$ Ответ: 6а 4.Выберите правильные ответы: (7а) Формы ХИТ: треугольная, линейная, круговая. (7б) Формы ХИТ: цилиндрическая, призматическая, дисковая, тонкопленочная, сферическая. Ответ: 7б
Уметь: ИД-3ПК-3 пользоваться электронными базами научных журналов и патентов, анализировать статьи и патенты по тематике, относящейся к электрохимической энергетике	1.Выберите правильные ответы: (10а) Материалы для ХИТ делятся на конструкционные, пассивные, вспомогательные. (10б) Материалы для ХИТ делятся на конструкционные, активные, вспомогательные. Ответ: 10б 2.Выберите правильные ответы: (9а) Циклирование – это многократные циклы заряда-разряда. (9б) Циклирование – это многократный разряд. Ответ: 9а 3.Выберите правильные ответы: (8а) Ток короткого замыкания – это максимальный ток при коротком замыкании. (8б) Ток короткого замыкания – это минимальный ток при коротком замыкании. Ответ: 8а

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. Типы химических источников тока

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 химических источников тока

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: ИД-1ПК-4 терминологию в области электрохимии; методы определения потребности производства в химических источниках тока, методы расчета мероприятий по экономии энергоресурсов	1.Элемент Лекланше имеет разрядную емкость $Q = 5$ Ач. Рассчитать количество цинка, необходимого для изготовления анода 2.Цилиндрический элемент Лекланше типоразмера R20 имеет следующие размеры: диаметр - 34.2 мм, высота – 61.3 мм. Емкость элемента составляет 6 Ач. Рассчитать толщину анода. 3.Литий-тионилхлоридный источник тока имеет следующие характеристики: Напряжение: 3.6 В. Емкость: 2600 мАч. Размер: Диаметр: 14,7 мм. / Высота: 50,5 мм. Масса 16 г. Определить: 1. Ток разряда при 10-ти часовом разряде. 2. Удельные массовую и объемную энергии. 4.В литий-тионилхлоридном элементе пористый катод изготовлен из сажи. Общая площадь поверхности пор (S) составляет 0.1 м ² /г. Масса катода (m) равна 2 г. При разряде элемента образуются нерастворимые продукты реакции толщиной (δ) 2 мкм, равномерно покрывающие пористый катод. Серу считать растворимым продуктом. Написать уравнение разряда литий-тионилхлоридного элемента. Рассчитать время работы элемента при токе (I) 26 мА.

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. Свинцовые (кислотные), никель-водородные и никель-металлгидридные аккумуляторы

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 по различным типам аккумуляторов

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Уметь: ИД-2ПК-3 рассчитывать удельные характеристики химических источников тока, бесперебойные режимы их работы применять результаты для решения поставленной задачи анализировать научную проблематику в области исследований и разработки первичных и вторичных химических источников тока	1.Выберите правильные ответы: (1а) В свинцовых аккумуляторах реагентами служат диоксид свинца (PbO ₂) и свинец (Pb), электролитом – раствор серной кислоты. (1б) В свинцовых аккумуляторах реагентами служат диоксид свинца (PbO ₂) и свинец (Pb), электролитом – раствор соляной кислоты. Ответ: 1а 2.Выберите правильные ответы: (2а) Во время разряда происходит восстановление диоксида свинца и окисление свинца. (2б) Во время разряда происходит окисление диоксида свинца и окисление свинца Ответ: 2а 3.Выберите правильные ответы:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
	(3а) При заряде аккумулятора расходуется серная кислота из электролита (и плотность электролита падает, а при разряде, серная кислота выделяется в раствор электролита из сульфатов, плотность электролита растёт. (3б) При разряде аккумулятора расходуется серная кислота из электролита (и плотность электролита падает, а при заряде, серная кислота выделяется в раствор электролита из сульфатов, плотность электролита растёт. Ответ: 3б 4.Выберите правильные ответы: (4а) Электрическая проводимость диоксида свинца достаточно высока и соизмерима с проводимостью металлов. (4б) Электрическая проводимость диоксида свинца достаточно низкая и гораздо меньше проводимости металлов. Ответ: 4а 5.Выберите правильные ответы: (5а) Оплывание положительной активной массы не является причиной преждевременного выхода из строя свинцовых аккумуляторов. (5б) Оплывание положительной активной массы является одной из причин преждевременного выхода из строя свинцовых аккумуляторов. Ответ: 5б 6.Выберите правильные ответы: (6а) Саморазрядом называют уменьшение емкости аккумуляторов при разомкнутой внешней цепи, то есть при бездействии. (6б) Саморазрядом называют уменьшение емкости аккумуляторов при разряде на минимальном токе Ответ: 6а 7.Выберите правильные ответы: (7а) Саморазряд аккумуляторов зависит от температуры электролита. С уменьшением температуры саморазряд понижается. (7б) Саморазряд аккумуляторов не

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
	зависит от температуры электролита. Ответ: 7а 8.Выберите правильные ответы: (8а) Примеси железа способствует уменьшению оплывания положительной активной массы, и снижению саморазряда аккумуляторов. (8б) Примеси железа способствует оплыванию положительной активной массы, увеличению саморазряда аккумуляторов. Ответ: 8б 9.Выберите правильные ответы: (9а) Сульфатация отрицательных электродов – основная причина выхода из строя свинцовых аккумуляторов. (9б) Сульфатация отрицательных электродов – способствует повышению емкости свинцовых аккумуляторов. Ответ: 9а 10.Выберите правильные ответы: (10а) Сепараторы являются резервуаром для электролита, - препятствуют разбуханию отрицательного электрода, препятствуют оплыванию положительного электрода. (10б) Сепараторы являются резервуаром для электролита, способствуют разбуханию отрицательного электрода и оплыванию положительного электрода. Ответ: 10а

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. Расчет батареи литий-ионного аккумулятора

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 литий-ионного аккумулятора

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Уметь: ИД-1ПК-4 собирать и анализировать исходные данные для расчёта химических источников тока с использованием современных методов поиска и обработки информации применять современные методы исследования для химических источников тока, оценивать и представлять результаты выполненной работы	1.Полуэлемент литий-ионного аккумулятора состоит из положительного электрода LiFePO_4 и отрицательного электрода – металлического лития. Масса LiFePO_4 равна 10 г. Какое количество лития необходимо заложить в полуэлемент для обеспечения 1000 циклов работы полуэлемента при условии, что деградация отрицательного электрода составляет 0.05 % за цикл. 2.Полуэлемент литий-ионного аккумулятора состоит из положительного электрода LiFePO_4 и отрицательного электрода – металлического лития. ЭДС полуэлемента составляет 3.55 В. Разряд протекает при постоянном потенциале с поляризацией 0.05 В. Время разряда на первом цикле при токе 2 мА составило 10 ч. Рассчитать заложенные массы электродов, разрядную емкость и энергию полуэлемента на первом цикле. Определить какое количество циклов пройдет полуэлемент при условии, что деградация отрицательного электрода составляет 0.05 % за цикл. 3.Рассчитать концентрацию ионов лития в синтезированном LiFePO_4. Плотность феррофосфата лития принять равной 3.5 г/см³ 4.Рассчитать концентрацию ионов лития в 1 г LiFePO_4 после анодной поляризации в течение 10 часов током 5.36 мА. Плотность феррофосфата лития принять равной 3.5 г/см³

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

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-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.Материалы для ХИТ (вспомогательные).
- 2.Никель-железные аккумуляторы. Электрохимическая система. Токообразующая реакция. Положительный электрод. Отрицательный электрод. Электролит. Конструкция. Разрядные кривые. Характеристики.
- 3.Типоразмеры ХИТ. Маркировка ХИТ. Шифры электрохимической системы.
- 4.Никель-водородные аккумуляторы. Конструкция. Положительный электрод. Отрицательный электрод. Электролит. Токообразующая реакция. Побочные реакции. Характеристики.

Материалы для проверки остаточных знаний

- 1.Рассчитать концентрацию ионов лития в синтезированном LiFePO_4 . Плотность феррофосфата лития принять равной 3.5 г/см^3

Ответы:

$$M \text{ LiFePO}_4 = 158 \text{ г/моль}$$

$$V \text{ LiFePO}_4 = 158 / 3.5 = 45 \text{ см}^3/\text{моль}$$

$$C \text{ Li} = 1 \text{ моль} / 45 = 0.022 \text{ моль/см}^3$$

Верный ответ: Ответ: 0.022 моль/см^3

2. 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.Материалы для ХИТ (конструкционные).
- 2.Воздушно-цинковые ХИТ. Электрохимическая система. Токообразующая реакция. Побочные реакции. Электроды. Электролит. Конструкция. Разрядные кривые. Характеристики.
- 3.Материалы для ХИТ (активные). Требования к активным материалам. Новые типы активных материалов ХИТ.
- 4.Свинцовые аккумуляторы. Электрохимическая система. Токообразующая реакция. Положительный электрод. Отрицательный электрод. Электролит. Конструкция. Разрядные кривые. Характеристики.

Материалы для проверки остаточных знаний

1. Полуэлемент литий-ионного аккумулятора состоит из положительного электрода LiFePO_4 и отрицательного электрода – металлического лития. Масса LiFePO_4 равна 10 г. Какое количество лития необходимо заложить в полуэлемент для обеспечения 1000 циклов работы полуэлемента при условии, что деградация отрицательного электрода составляет 0.05 % за цикл.

Ответы:

Qудтеор $\text{LiFePO}_4 = 26.8/158 = 169.6 \text{ мАч/г}$

Qудтеор $\text{Li} = 26.8/7 = 3828 \text{ мАч/г}$

$m_{\text{Li}} = 0.443 \text{ г}$ – без деградации.

Дополнительное количество лития - $0.05\% \cdot 1000 = 50 \%$.

Необходимое количество лития - $0.443 \cdot 1.5 = 0.664 \text{ г}$.

Верный ответ: 0.664 г.

3. 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. Типы ХИТ. Требования к электрохимической системе. Конструкции ХИТ. Области применения различных ХИТ.

2. Источники тока системы диоксид марганца-цинк с соевым электролитом. Электрохимическая система. Токообразующая реакция. Электроды. Электролит. Конструкция. Разрядные кривые. Характеристики.

3. Типы реагентов ХИТ. Особенности изготовления электродов ХИТ. Параметры и характеристики ХИТ.

4. Ртутно-цинковые и серебряно-цинковые элементы. Электрохимическая система. Токообразующая реакция. Электроды. Электролит. Конструкция. Разрядные кривые. Характеристики.

Материалы для проверки остаточных знаний

1. Элемент Лекланше имеет разрядную емкость $Q = 5 \text{ Ач}$. Рассчитать количество цинка, необходимого для изготовления анода.

Ответы:

$\text{Zn} - 2\text{e} = \text{Zn}^{2+}$

$M_{\text{Zn}} = 65 \text{ г/моль}$.

Qудтеор $= 26.8 \cdot 2/65 = 0.825 \text{ Ач/г}$

$m = Q / Q_{\text{удтеор}} = 5/0.825 = 6.061 \text{ г}$

Верный ответ: 6.061 г

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.