

**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

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

\$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-3	ИД-2ПК-3 Выполняет маркетинговые исследования научно-технической информации в области исследований и разработки автономных энергетических систем, установок водородной, электрохимической энергетики и их элементов	Знать: ИД-2ПК-3 принципы работы и конструктивные особенности аккумуляторов, первичных элементов и конденсаторов 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	Электрохимическая терминология и принципы конструирования ХИТ (Тестирование) Свинцовые (кислотные), никель-водородные и никель-металлгидридные аккумуляторы (Тестирование)
ПК-3	ИД-3ПК-3 Выполняет сбор, обработку, анализ и обобществление отечественного и международного опыта в	Знать: ИД-3ПК-3 основные задачи проектирования автономных энергетических систем	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	Типы химических источников тока (Контрольная работа) 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:

<p>Знать: ИД-2ПК-3 принципы работы и конструктивные особенности аккумуляторов, первичных элементов и конденсаторов</p>	<p>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</p> <p>2. Выберите правильные ответы: (2а) Катод – электрод, на котором происходит восстановление активного вещества. (2б) Катод – электрод, на котором происходит окисление активного вещества. Ответ: 2а</p> <p>3. Выберите правильные ответы: (3а) Анод – электрод, на котором происходит восстановление активного вещества. (3б) Анод – электрод, на котором происходит окисление активного вещества. Ответ: 3б</p>
<p>Знать: ИД-3ПК-3 основные задачи проектирования автономных энергетических систем</p>	<p>1. Выберите правильные ответы: (4а) Электролиты бывают твердые, жидкие, гелеобразные, водные, неводные. (4б) Электролиты бывают твердые, жидкие, газообразные. Ответ: 4а</p> <p>2. Выберите правильные ответы: (5а) ЭДС равна разности равновесных электродных потенциалов 2 электродов. (5б) ЭДС равна сумме равновесных электродных потенциалов 2 электродов. Ответ: 5а</p> <p>3. Выберите правильные ответы:</p>

	<p>(6а) Удельная емкость активных веществ рассчитывается по формуле:  <math display="block">Q_{+(-)} = F \cdot n / M_{+(-)}</math></p> <p>(6б) Удельная емкость активных веществ рассчитывается по формуле:  <math display="block">Q_{+(-)} = F \cdot n \cdot M_{+(-)}</math></p> <p>Ответ: 6а</p> <p>4. Выберите правильные ответы:  (7а) Формы ХИТ: треугольная, линейная, круговая.  (7б) Формы ХИТ: цилиндрическая, призматическая, дисковая, тонкопленочная, сферическая.  Ответ: 7б</p>
<p>Уметь: ИД-3ПК-3 пользоваться электронными базами научных журналов и патентов, анализировать статьи и патенты по тематике, относящейся к электрохимической энергетике</p>	<p>1. Выберите правильные ответы:  (10а) Материалы для ХИТ делятся на конструкционные, пассивные, вспомогательные.  (10б) Материалы для ХИТ делятся на конструкционные, активные, вспомогательные.  Ответ: 10б</p> <p>2. Выберите правильные ответы:  (9а) Циклирование – это многократные циклы заряда-разряда.  (9б) Циклирование – это многократный разряд.  Ответ: 9а</p> <p>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</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*

*Оценка: 2*

*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:**

<p>Знать: ИД-1ПК-4 терминологию в области электрохимии; методы определения потребности производства в химических источниках тока, методы расчета мероприятий по экономии энергоресурсов</p>	<p>1.Элемент Лекланше имеет разрядную емкость <math>Q = 5</math> Ач. Рассчитать количество цинка, необходимого для изготовления анода</p> <p>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.</p> <p>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:</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Ток разряда при 10-ти часовом разряде.</li><li>2. Удельные массовую и объемную энергии.</li><li>4.В литий-тионилхлоридном элементе пористый катод изготовлен из сажи. Общая площадь поверхности пор (S) составляет 0,1 м<sup>2</sup>/г. Масса катода (m) равна 2 г. При разряде элемента образуются нерастворимые продукты реакции толщиной (<math>\delta</math>) 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.</li></ol>
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

**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

*Оценка: 2*

*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:**

<p>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</p>	<p>1. Выберите правильные ответы: (1а) В свинцовых аккумуляторах реагентами служат диоксид свинца (PbO<sub>2</sub>) и свинец (Pb), электролитом – раствор серной кислоты. (1б) В свинцовых аккумуляторах реагентами служат диоксид свинца (PbO<sub>2</sub>) и свинец (Pb), электролитом – раствор соляной кислоты. Ответ: 1а</p> <p>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</p> <p>3. Выберите правильные ответы: (3а) При заряде аккумулятора расходуется серная кислота из электролита (и плотность электролита падает, а при заряде, 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</p> <p>4. Выберите правильные ответы: (4а) Электрическая проводимость диоксида свинца достаточна высока и соизмерима с проводимостью металлов. (4б) Электрическая проводимость диоксида свинца достаточна низкая и гораздо меньше проводимости металлов. Ответ: 4а</p> <p>5. Выберите правильные ответы: (5а) Оплывание положительной активной массы не является причиной преждевременного выхода из строя свинцовых аккумуляторов. (5б) Оплывание положительной активной массы</p>
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

	<p>является одной из причин преждевременного выхода из строя свинцовых аккумуляторов.          Ответ: 5б</p> <p>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</p> <p>7.Выберите правильные ответы:          (7а) Саморазряд аккумуляторов зависит от температуры электролита. С уменьшением температуры саморазряд понижается.          (7б) Саморазряд аккумуляторов не зависит от температуры электролита.          Ответ: 7а</p> <p>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</p> <p>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</p> <p>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</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

*Оценка:* 2

*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:**

<p>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</p>	<p>1.Полуэлемент литий-ионного аккумулятора состоит из положительного электрода <math>\text{LiFePO}_4</math> и отрицательного электрода – металлического лития. Масса <math>\text{LiFePO}_4</math> 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.</p> <p>2.Полуэлемент литий-ионного аккумулятора состоит из положительного электрода <math>\text{LiFePO}_4</math> 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.</p> <p>3.Рассчитать концентрацию ионов лития в синтезированном <math>\text{LiFePO}_4</math>. Плотность феррофосфата лития принять равной 3.5 г/см<sup>3</sup></p> <p>4.Рассчитать концентрацию ионов лития в 1 г <math>\text{LiFePO}_4</math> после анодной поляризации в течение 10 часов током 5.36 мА. Плотность феррофосфата лития принять равной 3.5 г/см<sup>3</sup></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*

*Оценка: 2*

*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  $\text{LiFePO}_4$ . Плотность феррофосфата лития принять равной  $3.5 \text{ г/см}^3$

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:  $0.022 \text{ моль/см}^3$

**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  $\text{LiFePO}_4$  и отрицательного электрода – металлического лития. Масса  $\text{LiFePO}_4$  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:

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

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

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

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

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

Верный ответ: 0.664 г.

**3. Компетенция/Индикатор:** ИД-1<sub>ПК-4</sub> 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.

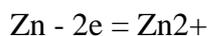
3. Типы реагентов ХИТ. Особенности изготовления электродов ХИТ. Параметры и характеристики ХИТ.

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  $Q = 5$  Ач. Рассчитать количество цинка, необходимого для изготовления анода.

Ответы:



$$M_{\text{Zn}} = 65 \text{ г/моль.}$$

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

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

Верный ответ: 6.061 г

## 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

*Оценка:* 2

*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.