

**Министерство науки и высшего образования РФ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»**

**Направление подготовки/специальность: 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника**

**Наименование образовательной программы: Автономные энергетические системы**

**Уровень образования: высшее образование - бакалавриат**

**Форма обучения: Очная**

**Оценочные материалы  
по дисциплине  
Энергосберегающая автономная энергетика**

**Москва  
2022**

## ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Преподаватель

(должность)

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

(подпись)

С.Е. Смирнов

(расшифровка  
подписи)

## СОГЛАСОВАНО:

Руководитель  
образовательной  
программы

(должность, ученая степень, ученое  
звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Ланская И.И.
	Идентификатор	R3db6324d-Lanskyall-6f410db9

(подпись)

И.И. Ланская

(расшифровка  
подписи)

Заведующий  
выпускающей кафедры

(должность, ученая степень, ученое  
звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Кулешов Н.В.
	Идентификатор	Re9c42de9-KuleshovNV-bc390ed6

(подпись)

Н.В.

Кулешов

(расшифровка  
подписи)

## ОБЩАЯ ЧАСТЬ

Оценочные материалы по дисциплине предназначены для оценки: достижения обучающимися запланированных результатов обучения по дисциплине, этапа формирования запланированных компетенций и уровня освоения дисциплины.

Оценочные материалы по дисциплине включают оценочные средства для проведения мероприятий текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

Формируемые у обучающегося компетенции:

1. ПК-3 Способен к обеспечению технологической, производственной и трудовой дисциплины при эксплуатации автономных энергетических систем и их элементов

ИД-1 соблюдает правила технологической и производственной дисциплины при эксплуатации автономных энергетических систем и их элементов

ИД-2 соблюдает правила трудовой дисциплины при эксплуатации автономных энергетических систем и их элементов

ИД-3 демонстрирует знание нормативов по обеспечению экологической безопасности автономных энергетических систем и их элементов

и включает:

**для текущего контроля успеваемости:**

Форма реализации: Устная форма

1. Защита лабораторных работ (Дискуссия)
2. Литиевый аккумулятор с катодом на основе литированного оксида металла. Расчетное задание выполняется в форме домашнего задания (Дискуссия)
3. Литий- полимерный аккумулятор с катодом на основе литий-металл фосфата (Дискуссия)
4. Первичный элемент (Дискуссия)

## БРС дисциплины

8 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %				
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
	Срок КМ:	4	8	12	13
Автономная энергетика. Химические источники тока. Электролиты.					
Автономная энергетика. Химические источники тока. Электролиты.		+		+	
Литиевый электрод. Катоды первичных элементов					
Литиевый электрод. Катоды первичных элементов			+	+	
Характеристики элементов. Катоды литиевых аккумуляторов					
Характеристики элементов. Катоды литиевых аккумуляторов			+	+	
Аккумуляторы. Автономные энергетические системы					

Аккумуляторы. Автономные энергетические системы				+
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-1 <sub>ПК-3</sub> соблюдает правила технологической и производственной дисциплины при эксплуатации автономных энергетических систем и их элементов	Знать: материалы, применяемые в химических источниках тока, их классификацию и маркировку, условия их эксплуатации Уметь: осуществлять поиск и анализировать научно-техническую информацию, выбирать необходимые материалы и энергосберегающие технологии	Литиевый аккумулятор с катодом на основе литированного оксида металла. Расчетное задание выполняется в форме домашнего задания (Дискуссия) Защита лабораторных работ (Дискуссия)
ПК-3	ИД-2 <sub>ПК-3</sub> соблюдает правила трудовой дисциплины при эксплуатации автономных энергетических систем и их элементов	Знать: правила трудовой дисциплины и техники безопасности при эксплуатации автономных энергетических систем и их элементов Уметь: выполнять правила трудовой дисциплины и техники безопасности при	Литий- полимерный аккумулятор с катодом на основе литий-металл фосфата (Дискуссия) Защита лабораторных работ (Дискуссия)

		эксплуатации автономных энергетических систем и их элементов	
ПК-3	ИД-3 <sub>ПК-3</sub> демонстрирует знание нормативов по обеспечению экологической безопасности автономных энергетических систем и их элементов	<p>Знать:</p> <p>основные источники научно-технической информации по химическим источникам тока</p> <p>Уметь:</p> <p>использовать программы обработки экспериментальных данных полученных на современном лабораторном оборудовании для оценки, прогнозирования и расчета ХИТ</p>	<p>Первичный элемент (Дискуссия)</p> <p>Защита лабораторных работ (Дискуссия)</p>

## **II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания**

### **КМ-1. Первичный элемент**

**Формы реализации:** Устная форма

**Тип контрольного мероприятия:** Дискуссия

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 25

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Работа выполняется на лабораторном занятии

#### **Краткое содержание задания:**

Работа ориентирована на проверку знаний в области первичных элементов

#### **Контрольные вопросы/задания:**

Знать: основные источники научно-технической информации по химическим источникам тока	<ol style="list-style-type: none"><li>1.Выполнить: термодинамический, материальный и тепловой расчет</li><li>2.Найти термодинамические данные для токообразующей реакции и вычислить изменение энтальпии, энергии Гиббса. Найти к.п.д.</li><li>3.Определить массы реагентов, габаритные размеры электродов и конструктивных элементов</li><li>4.Вычислить тепловой поток. поверхность теплообмена, рабочую температуру и предложить средства для поддержания стационарного режима работы</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

### **КМ-2. Литиевый аккумулятор с катодом на основе литированного оксида металла. Расчетное задание выполняется в форме домашнего задания**

**Формы реализации:** Устная форма

**Тип контрольного мероприятия:** Дискуссия

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 25

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Работа выполняется на лабораторном занятии

**Краткое содержание задания:**

Работа ориентирована на проверку знаний в области литиевых аккумуляторов

**Контрольные вопросы/задания:**

Знать: материалы, применяемые в химических источниках тока, их классификацию и маркировку, условия их эксплуатации	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.Выполнить: термодинамический, материальный и тепловой расчет</li> <li>2.Найти термодинамические данные для токообразующей реакции и вычислить изменение энтальпии, энергии Гиббса.Найти к.п.д.</li> <li>3.Определить массы реагентов, габаритные размеры электродов и конструкционных элементов.</li> <li>4.Вычислить тепловой поток. поверхность теплообмена, рабочую температуру и предложить средства для поддержания стационарного режима работы</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*

### **КМ-3. Литий- полимерный аккумулятор с катодом на основе литий-металл фосфата**

**Формы реализации:** Устная форма

**Тип контрольного мероприятия:** Дискуссия

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 25

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Работа выполняется на лабораторном занятии

**Краткое содержание задания:**

Работа ориентирована на проверку знаний в области литий- полимерных аккумуляторов

**Контрольные вопросы/задания:**

Знать: правила трудовой дисциплины и техники безопасности при эксплуатации автономных энергетических систем и их элементов	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.Выполнить: термодинамический, материальный и тепловой расчет</li> <li>2.Найти термодинамические данные для токообразующей реакции и вычислить изменение энтальпии, энергии Гиббса.Найти к.п.д.</li> <li>3.Определить массы реагентов, габаритные размеры электродов и конструкционных элементов</li> <li>4.Вычислить тепловой поток. поверхность</li> </ol>
--	--



	теплообмена, рабочую температуру и предложить средства для поддержания стационарного режима работы
--	--

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*Описание характеристики выполнения задания: 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 задания: 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 задания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено*

**КМ-4. Защита лабораторных работ**

**Формы реализации:** Устная форма

**Тип контрольного мероприятия:** Дискуссия

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 25

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Работа выполняется на лабораторном занятии

**Краткое содержание задания:**

Работа ориентирована на проверку знаний по лабораторным работам

**Контрольные вопросы/задания:**

<p>Уметь: осуществлять поиск и анализировать научно-техническую информацию, выбирать необходимые материалы и энергосберегающие технологии</p>	<p>1.Какие достоинства литий - полимерных аккумуляторов по сравнению с литий - ионными ?  2.В чем заключается метод получения твердополимерного электролита ?  3.Какие достоинства твердофазных литиевых аккумуляторов по сравнению с литий - ионными ?  4.Какими параметрами описываются катоды литиевого аккумулятора?</p>
<p>Уметь: выполнять правила трудовой дисциплины и техники безопасности при эксплуатации автономных энергетических систем и их элементов</p>	<p>1.Способы синтеза литий-ванадиевой бронзы, их преимущества и недостатки  2.Каким основным требованиям должна удовлетворять полимерная матрица ТПЭ ?  3.Что представляет собой механизм проводимости твердополимерного электролита?  4.Какими физико-химическими свойствами должен обладать твердополимерный электролит ?  5.Что представляет собой твердофазный катод литиевого аккумулятора ?  6.Каковы основные токообразующие процессы, протекающие на электродах?  7.Каковы причины, обуславливающие различие</p>

<p>Уметь: использовать программы обработки экспериментальных данных полученных на современном лабораторном оборудовании для оценки, прогнозирования и расчета ХИТ</p>	<p>разрядного и зарядного напряжения?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1.Области применения литиевых аккумуляторов.</li> <li>2..Какие катодные материалы используются в литиевых аккумуляторах?</li> <li>3.Что такое пластическое деформирование?</li> <li>4.Какие параметры описываются уравнением Вульфа-Брэгга?</li> <li>5.Какие способы изготовления электродов Вы знаете?</li> <li>6.Чем можно охарактеризовать гомогенность активной массы катода?</li> <li>7.Каковы причины, обуславливающие различие вольт-ам-перных характеристик аккумулятора при различных температурах?</li> <li>8.Какие основные виды режима разряда аккумуляторов вы знаете?</li> <li>9. Что такое разрядная (зарядная) характеристика аккумулятора?</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*

# СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

## 8 семестр

**Форма промежуточной аттестации:** Экзамен

### Пример билета

1. Автономная энергетика, роль и место в структуре энергетической отрасли
2. Катоды на основе литированных оксидов кобальта. Технологии. Основные достижения и проблемы.
3. Рассчитать удельную энергию аккумулятора для сотового телефона.

### 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-1<sub>ПК-3</sub> соблюдает правила технологической и производственной дисциплины при эксплуатации автономных энергетических систем и их элементов

#### Вопросы, задания

1. Сравнительный анализ элементов с неорганическими электролитами окислителями (диоксид серы, тионил хлорид).
2. Рассчитать удельную энергию аккумулятора для ноутбука

#### Материалы для проверки остаточных знаний

1. Области применения литиевых аккумуляторов.  
Верный ответ: Литий-ионные аккумуляторы используются на железнодорожном, водном и воздушном транспорте, в космической и военной технике. В связи с широким распространением литиевых аккумуляторов весьма серьезную проблему представляет их утилизация. Сами по себе аккумуляторы представляют определенную экологическую опасность.

**2. Компетенция/Индикатор:** ИД-2<sub>ПК-3</sub> соблюдает правила трудовой дисциплины при эксплуатации автономных энергетических систем и их элементов

#### Вопросы, задания

1. Рассчитать удельную энергию первичного элемента для сигнального устройства
2. Классификация полимерных электролитов. Синтез полимеров. Гель- полимерные электролиты

#### Материалы для проверки остаточных знаний

1. Какие достоинства литий - полимерных аккумуляторов по сравнению с литий - ионными ?  
Верный ответ: Большая плотность энергии на единицу массы; Низкий саморазряд; Толщина элементов от 1 мм; Возможность получать очень гибкие формы; Слабо выраженный эффект памяти; Незначительный перепад напряжения по мере разряда.

**3. Компетенция/Индикатор:** ИД-ЗПК-3 демонстрирует знание нормативов по обеспечению экологической безопасности автономных энергетических систем и их элементов

#### **Вопросы, задания**

1. Свойства апротонных растворителей. Неорганические соли, неорганические растворители- электролиты. Электрохимическая и химическая устойчивость электролитов.
2. Перспективные типы первичных и вторичных ХИТ

#### **Материалы для проверки остаточных знаний**

1. Какими физико-химическими свойствами должен обладать твердополимерный электролит ?

Верный ответ: Nafion представляет собой фторуглеродный полимер, содержащий функциональные сульфогруппы, способные к обмену с внешней средой электростатически связанными катионами К. Ионная проводимость этого ТПЭ обусловлена движением катионов, поэтому подобные электролиты получили название катионных или (по аналогии с ионообменными смолами) катионообменных. Главной особенностью "Nafion" является ее чрезвычайно высокая ионная проводимость. Величину проводимости ТПЭ или, другими словами, скорость транспорта заряда через них принято оценивать через коэффициент диффузии заряженных частиц (коэффициент диффузии заряда)  $D$  (см<sup>2</sup>/с). Коэффициент диффузии ионов Na<sup>+</sup> в мембране "Nafion" составляет около  $1 \cdot 10^{-6}$  см<sup>2</sup>/с, что сравнимо с коэффициентом диффузии этих ионов в концентрированном водном растворе хлорида натрия.

#### **II. Описание шкалы оценивания**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*Описание характеристики выполнения знания:* Работа выполнена в рамках "продвинутого" уровня. Ответы даны верно, четко сформулированные особенности практических решений

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания:* Работа выполнена в рамках "базового" уровня. Большинство ответов даны верно. В части материала есть незначительные недостатки

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания:* Работа выполнена в рамках "порогового" уровня. Основная часть задания выполнена верно. на вопросы углубленного уровня

#### **III. Правила выставления итоговой оценки по курсу**

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и аттестационной составляющих.