

**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  
Теория и практика инженерного исследования**

**Москва  
2024**

## ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Разработчик

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Климова М.А.
Идентификатор	R65e6a946-KlimovaMA-47ce202b	

М.А.  
Климова

## 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. ОПК-1 Способен формулировать цели и задачи исследования, выявлять приоритеты решения задач, выбирать критерии оценки

ИД-1 Формулирует цели и задачи исследования

ИД-2 Определяет последовательность решения задач

ИД-3 Формулирует критерии принятия решения

2. ОПК-2 Способен применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы

ИД-1 Выбирает необходимый метод исследования для решения поставленной задачи

ИД-2 Проводит анализ полученных результатов

ИД-3 Представляет результаты выполненной работы

и включает:

**для текущего контроля успеваемости:**

Форма реализации: Устная форма

1. Защита доклада по анализу использования методов инженерного исследования в области автономных энергетических систем, водородной и электрохимической энергетики и их элементов. (Доклад)

2. Источники научно-технической информации (журналы, сайты Интернет) по электрохимии и химическим источникам тока (Дискуссия)

3. Принципы работы установок водородной энергетики, электрохимических реакторов, аккумуляторов, первичных элементов, топливных элементов, электрохимических энергоустановок (Дискуссия)

4. Современное приборное и аналитическое оборудование для решения задач исследования параметров и характеристик элементов автономный энергетических систем, водородной и электрохимической энергетики (Дискуссия)

## БРС дисциплины

2 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %				
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
	Срок КМ:	4	8	12	15
Использование теории вероятностей и математической статистики в инженерном исследовании. Теория погрешностей и практика их оценки. Основы математического анализа результатов экспериментального исследования. Правила работы с источниками научно-технической информации (журналы, сайты Интернет) по электрохимии и химическим источникам					

тока.				
Использование теории вероятностей и математической статистики в инженерном исследовании. Теория погрешностей и практика их оценки. Основы математического анализа результатов экспериментального исследования. Правила работы с источниками научно-технической информации (журналы, сайты Интернет) по электрохимии и химическим источникам тока.	+			
Теоретические методы исследования. Аналитические методы, аналитические с использованием эксперимента, вероятностно-статистические, методы системного анализа. Методы сравнительных характеристик для оценки установок водородной энергетики, электрохимических реакторов, аккумуляторов, первичных элементов, топливных элементов				
Теоретические методы исследования. Аналитические методы, аналитические с использованием эксперимента, вероятностно-статистические, методы системного анализа. Методы сравнительных характеристик для оценки установок водородной энергетики, электрохимических реакторов, аккумуляторов, первичных элементов, топливных элементов		+		
Модели исследований. Экспериментальные исследования. Роль эксперимента в научном познании. Виды экспериментов. Методика эксперимента. Планирование эксперимента. Регрессионный анализ и полный факторный эксперимент. Техника экспериментального исследования параметров и характеристик элементов автономной энергетических систем, водородной и электрохимической энергетики				
Модели исследований. Экспериментальные исследования. Роль эксперимента в научном познании. Виды экспериментов. Методика эксперимента. Планирование эксперимента. Регрессионный анализ и полный факторный эксперимент. Техника экспериментального исследования параметров и характеристик элементов автономной энергетических систем, водородной и электрохимической энергетики			+	
Обработка и оформление результатов научного исследования				
Обработка и оформление результатов научного исследования				+
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
ОПК-1	ИД-1 <sub>ОПК-1</sub> Формулирует цели и задачи исследования	Знать: цели и задачи исследований в области автономных энергетических систем, водородной и электрохимической энергетики Уметь: формулировать цели и задачи исследования	Защита доклада по анализу использования методов инженерного исследования в области автономных энергетических систем, водородной и электрохимической энергетики и их элементов. (Доклад)
ОПК-1	ИД-2 <sub>ОПК-1</sub> Определяет последовательность решения задач	Знать: основы теории вероятностей и математической статистики в инженерном исследовании Уметь: определять последовательность решения задач	Современное приборное и аналитическое оборудование для решения задач исследования параметров и характеристик элементов автономных энергетических систем, водородной и электрохимической энергетики (Дискуссия) Защита доклада по анализу использования методов инженерного исследования в области автономных энергетических систем, водородной и электрохимической энергетики и их элементов. (Доклад)
ОПК-1	ИД-3 <sub>ОПК-1</sub> Формулирует критерии принятия решения	Знать: основы математической статистики в формулировании критерия	Принципы работы установок водородной энергетики, электрохимических реакторов, аккумуляторов, первичных элементов, топливных элементов, электрохимических энергоустановок (Дискуссия)

		<p>принятия решения</p> <p>Уметь: выявлять приоритеты решения задач</p>	<p>Современное приборное и аналитическое оборудование для решения задач исследования параметров и характеристик элементов автономных энергетических систем, водородной и электрохимической энергетики (Дискуссия)</p>
ОПК-2	ИД-1 <sub>ОПК-2</sub> Выбирает необходимый метод исследования для решения поставленной задачи	<p>Знать: способы и методы проведения физико-химических исследований</p> <p>Уметь: проводить физико-химические исследования в области автономных энергетических систем, водородной и электрохимической энергетики</p>	<p>Источники научно-технической информации (журналы, сайты Интернет) по электрохимии и химическим источникам тока (Дискуссия)</p> <p>Принципы работы установок водородной энергетики, электрохимических реакторов, аккумуляторов, первичных элементов, топливных элементов, электрохимических энергоустановок (Дискуссия)</p>
ОПК-2	ИД-2 <sub>ОПК-2</sub> Проводит анализ полученных результатов	<p>Знать: основы математического анализа результатов экспериментального исследования</p> <p>Уметь: проводить анализ полученных результатов исследования</p>	<p>Источники научно-технической информации (журналы, сайты Интернет) по электрохимии и химическим источникам тока (Дискуссия)</p>
ОПК-2	ИД-3 <sub>ОПК-2</sub> Представляет результаты выполненной работы	<p>Знать: знать правила обработки и оформления результатов инженерного исследования</p> <p>Уметь: представлять результаты выполненной работы</p>	<p>Источники научно-технической информации (журналы, сайты Интернет) по электрохимии и химическим источникам тока (Дискуссия)</p> <p>Принципы работы установок водородной энергетики, электрохимических реакторов, аккумуляторов, первичных элементов, топливных элементов, электрохимических энергоустановок (Дискуссия)</p>

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

### КМ-1. Источники научно-технической информации (журналы, сайты Интернет) по электрохимии и химическим источникам тока

**Формы реализации:** Устная форма

**Тип контрольного мероприятия:** Дискуссия

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 25

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Опрос проводится в устной форме в аудитории

#### Краткое содержание задания:

Опрос по электрохимии и химическим источникам тока

#### Контрольные вопросы/задания:

Знать: способы и методы проведения физико-химических исследований	1. Назовите три вида ошибок и дайте их характеристику. Приведите примеры критериев точности измерений.
Знать: основы математического анализа результатов экспериментального исследования	1. Назовите классификацию инженерного эксперимента? Дайте характеристику каждому виду. Назовите методы проведения инженерного эксперимента 2. В чем разница между аппроксимацией и интерполяцией функции?
Уметь: проводить анализ полученных результатов исследования	1. Что такое импакт-фактор периодического научного издания и как он определяется (на примере какой-либо реферативной базы данных)? Что такое квартиль? 2. Из каких основных элементов состоит научная статья? Что такое структура IMRAD? Дайте характеристику этим элементам.
Уметь: представлять результаты выполненной работы	1. Назовите основные отечественные и зарубежные реферативные базы данных научных публикаций и патентов. Каковы их достоинства и недостатки? 2. Как определяется индекс Хирша исследователя? Каковы достоинства и недостатки индекса Хирша как подхода к наукометрической оценке вклада исследователей?

#### 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. Принципы работы установок водородной энергетики, электрохимических реакторов, аккумуляторов, первичных элементов, топливных элементов, электрохимических энергоустановок**

**Формы реализации:** Устная форма

**Тип контрольного мероприятия:** Дискуссия

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 25

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Опрос проводится в устной форме в аудитории

### **Краткое содержание задания:**

Принципы работы установок водородной энергетики, электрохимических реакторов, аккумуляторов, первичных элементов, топливных элементов, электрохимических энергоустановок

### **Контрольные вопросы/задания:**

Знать: основы математической статистики в формулировании критерия принятия решения	1. Назовите основные виды первичных элементов, которые представлены на рынке. Каковы основные отличия первичных и вторичных источников тока? 2. Назовите основные виды топливных элементов. Как определяется реальный КПД топливного элемента? Каковы основные подходы к повышению эффективности эксплуатации энергоустановок на основе топливных элементов?
Знать: знать правила обработки и оформления результатов инженерного исследования	1. Назовите основные виды электролизеров воды. В чем их основные достоинства и недостатки. Что такое термонеутральная ЭДС, каков тепловой эффект электролизера?
Уметь: проводить физико-химические исследования в области автономных энергетических систем, водородной и электрохимической энергетики	1. Назовите основные виды вторичных химических источников тока (аккумуляторов), которые представлены на рынке. Каковы основные отличия первичных и вторичных источников тока? 2. Какие способы хранения и транспортировки водорода вы знаете? Дайте сравнительную характеристику различным способам. Какие способы являются предпочтительными для долгосрочного хранения? 3. Что такое водородный цикл аккумулирования

	энергии? Какие устройства входят в его состав? Какие способы хранения водорода могут быть использованы в соответствующих энергоустановках?
--	---

**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. Современное приборное и аналитическое оборудование для решения задач исследования параметров и характеристик элементов автономный энергетических систем, водородной и электрохимической энергетики**

**Формы реализации:** Устная форма

**Тип контрольного мероприятия:** Дискуссия

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 25

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Опрос проводится в устной форме в аудитории

**Краткое содержание задания:**

Современное приборное и аналитическое оборудование для решения задач исследования параметров и характеристик элементов автономный энергетических систем, водородной и электрохимической энергетики

**Контрольные вопросы/задания:**

Знать: основы теории вероятностей и математической статистики в инженерном исследовании	1.Перечислите, какие методы, приборы и оборудование используется для исследования параметров и характеристик электролизеров воды? 2.Перечислите, какие методы, приборы и оборудование используется для исследования параметров и характеристик топливных элементов? 3.Перечислите, какие методы, приборы и оборудование используется для исследования параметров и характеристик аккумуляторов?
Уметь: выявлять приоритеты решения задач	1.Какое методы, приборы и оборудование применяется для исследований электрокатализаторов, входящих в состав электрохимических устройств? Какие основные

	<p>характеристики могут быть определены?</p> <p>2.Какие методы, приборы и оборудование применяется для исследований мембранных материалов, входящих в состав электрохимических устройств?</p> <p>3.Какие методы, приборы и оборудование применяется для исследований пористых материалов, газодиффузионных слоев и электродов, входящих в состав электрохимических устройств?</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. Защита доклада по анализу использования методов инженерного исследования в области автономных энергетических систем, водородной и электрохимической энергетики и их элементов.**

**Формы реализации:** Устная форма

**Тип контрольного мероприятия:** Доклад

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 25

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Защита индивидуального проекта

**Краткое содержание задания:**

Выполнение индивидуального задания

**Контрольные вопросы/задания:**

<p>Знать: цели и задачи исследований в области автономных энергетических систем, водородной и электрохимической энергетики</p>	<p>1.Сформулировать цель и задачи планируемого исследования. Объект исследования должен быть тематически связан с темой научно-исследовательского проекта студента</p> <p>2.Обосновать актуальность и новизну предлагаемого проекта в контексте современных исследований с использованием современных литературных источников (включая периодические издания, а также интернет-ресурсы и электронные базы данных</p>
--	--

	научно-технической литературы)
Уметь: формулировать цели и задачи исследования	1.Предложить методы обработки и анализа результатов инженерных исследований с использованием современных математической обработки результатов экспериментального исследования, в том числе с применением программных средств (MatLab, ImageJ, CoreView, ZView, MathCAD, MS Excel, AutoCad, MS Word, MS Power Point и др.)
Уметь: определять последовательность решения задач	1.Предложить физико-химические методы, необходимые для реализации предлагаемого проекта. Обосновать необходимость их применения, новизну и ценность полученных результатов для предлагаемого проекта

**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

## 2 семестр

**Форма промежуточной аттестации:** Зачет

### Пример билета

Задачи научного исследования. Рекомендации к определению.  
Назовите методы проведения инженерного эксперимента

### Процедура проведения

в устной форме

### *1. Перечень компетенций/индикаторов и контрольных вопросов проверки результатов освоения дисциплины*

**1. Компетенция/Индикатор:** ИД-1<sub>ОПК-1</sub> Формулирует цели и задачи исследования

#### Вопросы, задания

1. Какие методы, приборы и оборудование применяется для исследований мембранных материалов, входящих в состав электрохимических устройств?

#### Материалы для проверки остаточных знаний

1. Назовите достоинства и недостатки экспериментально-аналитического метода проведения эксперимента

Верный ответ: Достоинства: лучше описывает нелинейные свойства объекта моделирования, т. к. позволяет более надежно выбирать вид уравнения, по сравнению с чисто экспериментальным – этот метод отражает теорию процесса. Для учета влияния явлений, не учтенных при составлении модели, вводятся эффективные коэффициенты. Недостатки: эффективные коэффициенты изменяются в зависимости от условия проведения опытов, поэтому экспериментально-аналитическая модель справедлива лишь в том интервале, в котором производился эксперимент.

**2. Компетенция/Индикатор:** ИД-2<sub>ОПК-1</sub> Определяет последовательность решения задач

#### Вопросы, задания

1. Какие методы, приборы и оборудование применяется для исследований пористых материалов, газодиффузионных слоев и электродов, входящих в состав электрохимических устройств?

#### Материалы для проверки остаточных знаний

1. Назовите основные виды ошибок и их определения.

Верный ответ: Грубые ошибки - значительно превышают ожидаемую погрешность и появляются вследствие неправильных записей результатов отсчетов по шкале измерительного прибора, нарушения технологии измерений и т. п. Устраняются такие погрешности повторными замерами. Систематическими ошибками называются такие, когда при последовательных измерениях среднее значение измеряемой величины отклоняется от ожидаемого на некоторую постоянную величину. Случайные ошибки обусловлены множеством обстоятельств, поэтому при многократных измерениях одной и той же физической величины каждый раз получается новое значение. Случайные ошибки поддаются статистическому анализу.

### **3. Компетенция/Индикатор:** ИД-3<sub>ОПК-1</sub> Формулирует критерии принятия решения

#### **Вопросы, задания**

1.Какие методы, приборы и оборудование применяется для исследований электрокатализаторов, входящих в состав электрохимических устройств? Какие основные характеристики могут быть определены?

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

1.Назовите основные виды электролизеров воды. Как определяется термонеutralное напряжение электролизера воды? Как определяется термодинамический КПД электролизера воды?

Верный ответ: Щелочные электролизеры воды; Электролизеры воды с твердополимерным электролитом; Твердо-оксидные электролизеры воды; Термонеutralным напряжением называют напряжение, при котором электролиз воды протекает при постоянной температуре без теплообмена с внешней средой

### **4. Компетенция/Индикатор:** ИД-1<sub>ОПК-2</sub> Выбирает необходимый метод исследования для решения поставленной задачи

#### **Вопросы, задания**

1.Перечислите, какие методы, приборы и оборудование используется для исследования параметров и характеристик аккумуляторов?

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

1.Назовите основные виды систематических ошибок и способы их .

Верный ответ: 1. Ошибки известной природы и их величины могут быть определены. Для устранения этих ошибок вводятся соответствующие поправки. 2. Ошибки известной природы, но неизвестной величины. Это, например, погрешность измерительных приборов, определяемая классом точности (инструментальные). 3. Ошибки неизвестной природы. Так, вычисляя плотность объекта зная его массу и объем, при наличии пор возникнет погрешность, устранить которую можно, лишь измеряя требуемую характеристику тела другим способом. 4. Ошибки, связанные со свойствами измеряемого объекта. Так, определение диаметра сферической наночастицы частицы может привести к ошибке ввиду ее «неидельной» формы.

### **5. Компетенция/Индикатор:** ИД-2<sub>ОПК-2</sub> Проводит анализ полученных результатов

#### **Вопросы, задания**

1.Перечислите, какие методы, приборы и оборудование используется для исследования параметров и характеристик топливных элементов?

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

1.Назовите достоинства и недостатки эмпирический метод проведения эксперимента.

Верный ответ: Достоинства: простота описания; доступность получения моделей; возможность построения модели при отсутствии теории процесса. Недостатки: невозможность применения модели для режимов, в которых не проводились измерения; невозможность применения модели при переходе к другим установкам; невозможность экстраполяции результатов

**6. Компетенция/Индикатор:** ИД-З<sub>ОПК-2</sub> Представляет результаты выполненной работы

**Вопросы, задания**

1. Перечислите, какие методы, приборы и оборудование используется для исследования параметров и характеристик электролизеров воды?

**Материалы для проверки остаточных знаний**

1. Назовите методы проведения инженерного эксперимента

Верный ответ: Эмпирический метод проведения эксперимента; Экспериментально-аналитический метод; Аналитический метод

**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.

*Оценка: 2*

*Описание характеристики выполнения знания:* Работа не выполнена или выполнена преимущественно неправильно

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