**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: Энергетика предприятий и водородные технологии

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная

**Оценочные материалы
по дисциплине
Метрология, системы измерения и сбора данных**

**Москва
2025**

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Разработчик

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Шевченко И.В.
	Идентификатор	R0722806b-ShevchenkoIv-73cb478

И.В.
Шевченко

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной
программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Рогалев А.Н.
	Идентификатор	Rb956ba44-RogalevAN-6233a28b

А.Н.
Рогалев

Заведующий
выпускающей кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Рогалев А.Н.
	Идентификатор	Rb956ba44-RogalevAN-6233a28b

А.Н.
Рогалев

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-3 Способен применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач

ИД-6 Демонстрирует знание элементарных основ оптики, квантовой механики и атомной физики

2. ОПК-6 Способен проводить измерения электрических и неэлектрических величин на объектах теплоэнергетики и теплотехники

ИД-1 Выбирает средства измерения, проводит измерения электрических и неэлектрических величин, обрабатывает результаты измерений и оценивает их погрешность

и включает:

для текущего контроля успеваемости:

Форма реализации: Допуск к лабораторной работе

1. Общие сведения о методах измерения температуры. Термопреобразователи сопротивления. Элементы теории термопар, термоэлектрические преобразователи (Лабораторная работа)

2. Общие сведения об измерении давления, разности давлений, уровня (Лабораторная работа)

3. Общие сведения об измерении расхода и теплоты (Лабораторная работа)

4. Системы измерения и сбора данных (Лабораторная работа)

Форма реализации: Письменная работа

1. Метрология, основные понятия и определения, Способы обеспечения единства измерений (Тестирование)

2. Элементы теории погрешностей (Тестирование)

БРС дисциплины

6 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

КМ-1 Метрология, основные понятия и определения, Способы обеспечения единства измерений (Тестирование)

КМ-2 Элементы теории погрешностей (Тестирование)

КМ-3 Общие сведения о методах измерения температуры. Термопреобразователи сопротивления. Элементы теории термопар, термоэлектрические преобразователи (Лабораторная работа)

КМ-4 Общие сведения об измерении давления, разности давлений, уровня (Лабораторная

- работа)
 КМ-5 Общие сведения об измерении расхода и теплоты (Лабораторная работа)
 КМ-6 Системы измерения и сбора данных (Лабораторная работа)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %						
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5	КМ-6
	Срок КМ:	4	6	8	10	12	14
Метрология, основные понятия и определения. Способы обеспечения единства измерений.							
Физические свойства и величины.	+						
Воспроизведение единиц физических величин и передача их размеров.	+						
Элементы теории погрешностей.							
Систематические и случайные погрешности.			+				
Грубые погрешности и методы их исключения.			+				
Метрологические характеристики средств измерений и их нормирование.			+				
Температурные измерения							
Методы и средства измерения температуры.				+			
Погрешности измерения температуры поверхности в жидкостях и газах.				+			
Общие сведения об измерении давления, разности давлений, измерение уровня							
Методы и средства измерения давления и разрежения					+		
Методы и средства измерения уровня жидкости в резервуарах					+		
Общие сведения об измерении расхода и теплоты.							
Методы и средства измерения расходов жидкости и газов						+	
Методы и средства измерения количества теплоты						+	
Системы измерения.							
Измерительные сигналы.						+	
Обработка сигналов.						+	
Системы сбора данных.							
Цифровые и аналоговые системы сбора данных.							+

Программное обеспечения для сбора данных.						+
Вес КМ:	18	18	16	16	16	16

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-3	ИД-6оПК-3 Демонстрирует знание элементарных основ оптики, квантовой механики и атомной физики	Знать: принципы действия и устройство типовых приборов для измерения электрических и неэлектрических величин. Уметь: уметь выбирать методы измерений, определяющих работу энергетических машин и установок и определять метрологические характеристики средств измерения (СИ) в заданных единицах	КМ-3 Общие сведения о методах измерения температуры. Термопреобразователи сопротивления Элементы теории термопар, термоэлектрические преобразователи (Лабораторная работа) КМ-6 Системы измерения и сбора данных (Лабораторная работа)
ОПК-6	ИД-1оПК-6 Выбирает средства измерения, проводит измерения электрических и неэлектрических величин, обрабатывает результаты измерений и оценивает их погрешность	Знать: основные понятия метрологии, системные и несистемные единицы измерения физических величин; виды и методы измерений теплотехнических величин.	КМ-1 Метрология, основные понятия и определения, Способы обеспечения единства измерений (Тестирование) КМ-2 Элементы теории погрешностей (Тестирование) КМ-4 Общие сведения об измерении давления, разности давлений, уровня (Лабораторная работа) КМ-5 Общие сведения об измерении расхода и теплоты (Лабораторная работа)

		<p>методики обработки результатов измерений, расчет погрешностей СИ, способы их устранения.</p> <p>Уметь:</p> <p>оценивать погрешность измерений и определять параметры, влияющие на их точность.</p> <p>измерять основные параметры технологического объекта с помощью измерительных приборов общепромышленного назначения.</p>	
--	--	--	--

II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

КМ-1. Метрология, основные понятия и определения, Способы обеспечения единства измерений

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Тестирование

Вес контрольного мероприятия в БРС: 18

Процедура проведения контрольного мероприятия: Студент получает тест и выполняет его письменно согласно номеру (варианту) индивидуального теста.

Краткое содержание задания:

Тест по пройденному материалу

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: основные понятия метрологии, системные и несистемные единицы измерения физических величин; виды и методы измерений теплотехнических величин.	1. По уровню автоматизации различают средства измерений: 1) оптимизированные 2) автоматические 3) централизованные 4) автоматизированные 2. По уровню стандартизации различают средства измерений: 1) поддерживающие 2) стандартизованные 3) нестандартизованные 4) систематические 5) фрактальные 3. Чувствительность измерительного преобразователя микроперемещений равна: 1) 1,5/30 В/мкм 2) 1,5*30 3) 30/1,5 4) 50 мВ/мкм 5) 30-1,5

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

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: 80

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто верно

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

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. Элементы теории погрешностей

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Тестирование

Вес контрольного мероприятия в БРС: 18

Процедура проведения контрольного мероприятия: Студент получает тест и выполняет его письменно согласно номеру (варианту) индивидуального теста.

Краткое содержание задания:

Контрольная работа по пройденному материалу

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: методики обработки результатов измерений, расчет погрешностей СИ, способы их устранения.	<p>1.Производной единицей системы SI не является</p> <ol style="list-style-type: none">1. Сила, вес2. Мощность3. Количество вещества4. Электрическое сопротивление <p>Ответ: 3</p> <p>2.К косвенным измерениям относится</p> <ol style="list-style-type: none">1. измерения, при которых искомое значение интуитивно подбирается;2. измерения, результаты которых получаются непосредственно их опыта;3. измерения, при которых искомое значение величины определяется на основании известной зависимости;4. измерения, при которых искомое значение определяется путем решения системы уравнений. <p>Ответ: 3</p> <p>3.Если определяются характеристики случайных процессов, то измерения называются</p> <ol style="list-style-type: none">1. статистическими2. косвенными3. совокупными4. прямыми <p>Ответ: 1</p>

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 80

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: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто верно

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

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. Общие сведения о методах измерения температуры.

Термопреобразователи сопротивления Элементы теории термомпар, термоэлектрические преобразователи

Формы реализации: Допуск к лабораторной работе

Тип контрольного мероприятия: Лабораторная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 16

Процедура проведения контрольного мероприятия: Процедура проведения защиты лабораторных работ включает индивидуальную беседу студента с преподавателем, во время которой студент представляет результаты своей работы и отвечает на вопросы по теоретической и практической части.

Краткое содержание задания:

Работа ориентирована на знания

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: принципы действия и устройство типовых приборов для измерения электрических и неэлектрических величин.	1. Отклонение результатов измерений от истинного (действительного) значения измеряемой величины называется: 1. точностью измерений; 2. правильностью измерений; 3. погрешностью измерений; 4. сходимостью измерений. Ответ: 3

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

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: 80

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто верно

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

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. Общие сведения об измерении давления, разности давлений, уровня

Формы реализации: Допуск к лабораторной работе

Тип контрольного мероприятия: Лабораторная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 16

Процедура проведения контрольного мероприятия: Процедура проведения защиты лабораторных работ включает индивидуальную беседу студента с преподавателем, во время которой студент представляет результаты своей работы и отвечает на вопросы по теоретической и практической части.

Краткое содержание задания:

Работа ориентирована на умения

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Уметь: измерять основные параметры технологического объекта с помощью измерительных приборов общепромышленного назначения.	1. Манометр - это 2. Какое бывает давление? 3. Устройство и принцип работы пружинного манометра.

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 80

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: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто верно

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

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-5. Общие сведения об измерении расхода и теплоты

Формы реализации: Допуск к лабораторной работе

Тип контрольного мероприятия: Лабораторная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 16

Процедура проведения контрольного мероприятия: Процедура проведения защиты лабораторных работ включает индивидуальную беседу студента с преподавателем, во время которой студент представляет результаты своей работы и отвечает на вопросы по теоретической и практической части.

Краткое содержание задания:

Работа ориентирована на умения

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Уметь: оценивать погрешность измерений и определять параметры, влияющие на их точность.	1. Приборы для измерения расхода в зависимости от принятого метода измерения классифицируют: 2. На чем основан принцип действия термометров сопротивления ? 3. Назовите установку, предназначенную для проверки датчиков температуры?

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-6. Системы измерения и сбора данных

Формы реализации: Допуск к лабораторной работе

Тип контрольного мероприятия: Лабораторная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 16

Процедура проведения контрольного мероприятия: Процедура проведения защиты лабораторных работ включает индивидуальную беседу студента с преподавателем, во время которой студент представляет результаты своей работы и отвечает на вопросы по теоретической и практической части.

Краткое содержание задания:

Работа ориентирована на умения

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Уметь: уметь выбирать методы измерений, определяющих работу энергетических машин и установок и определять метрологические характеристики средств измерения (СИ) в заданных единицах	1. Передаточная функция и частотные характеристики средства измерения. 2. Основные уравнения погрешности средства измерения; аддитивная и мультипликативная составляющие погрешности.

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

6 семестр

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

Пример билета

1. Погрешности измерения температуры газового потока термопарой.
2. Результат измерения и чем он характеризуется.

Задача. Измеряется мощность постоянного тока в нагрузке R с помощью вольтметра. Сопротивление нагрузки 800 Ом , $\delta r = 4\%$. Показание вольтметра $U = 25\text{В}$, $N_v = 30\text{В}$, кл. $0,5$. Найти относительную погрешность измерения.

Процедура проведения

Устный экзамен, проводимый согласно требованиям учебного управления.

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

1. Компетенция/Индикатор: ИД-БОПК-3 Демонстрирует знание элементарных основ оптики, квантовой механики и атомной физики

Вопросы, задания

1. Систематические, случайные и грубые погрешности измерений.
2. Методы выявления и компенсации систематических погрешностей.
3. Формы выражения погрешности измерений: абсолютная, относительная и приведенная.

Материалы для проверки остаточных знаний

1. Производной единицей системы SI не является

Ответы:

1. Сила, вес
2. Мощность
3. Количество вещества
4. Электрическое сопротивление

Верный ответ: 3

2. В способ получения измерительной информации не входят...

Ответы:

1. дифференциальные измерения
2. прямые измерения
3. совокупные измерения
4. косвенные измерения

Верный ответ: 1

3. К косвенным измерениям относится

Ответы:

1. измерения, при которых искомое значение интуитивно подбирается;
2. измерения, результаты которых получаются непосредственно их опыта;
3. измерения, при которых искомое значение величины определяется на основании известной зависимости;

4. измерения, при которых искомое значение определяется путем решения системы уравнений;

Верный ответ: 3

2. Компетенция/Индикатор: ИД-1_{ОПК-6} Выбирает средства измерения, проводит измерения электрических и неэлектрических величин, обрабатывает результаты измерений и оценивает их погрешность

Вопросы, задания

1. Нормальные условия измерений; основная и дополнительная погрешности средств измерений.
2. Международная система единиц физических величин; основные и производные единицы, кратные и дольные единицы.
3. Поверочные схемы; порядок передачи размера единицы физической величины от эталона к образцовым и рабочим средствам измерений.
4. Понятие о законодательной метрологии; закон «Об обеспечении единства измерений».
5. Классификация физических величин: детерминированные и случайные величины, функции и последовательности.
6. Законы распределения случайных погрешностей; числовые характеристики погрешности.
7. Математическая модель детерминированной физической величины.
8. Математическая модель случайной физической величины.
9. Математическая модель физической величины как случайной функции.
10. Понятие статического и динамического режимов измерений.
11. Передаточная функция и частотные характеристики средства измерения.
12. Основные уравнения погрешности средства измерения; аддитивная и мультипликативная составляющие погрешности.

Материалы для проверки остаточных знаний

1. Если определяются характеристики случайных процессов, то измерения называются

Ответы:

1. статистическими
2. косвенными
3. совокупными
4. прямыми

Верный ответ: 1

2. Разность между измеряемой величиной и действительной называется погрешностью...

Ответы:

1. относительной
2. приведенной
3. абсолютной
4. систематической

Верный ответ: 3

3. Абсолютная погрешность измеряется

Ответы:

1. в процентах
2. в именованных единицах
3. в относительных единицах
4. безразмерная

Верный ответ: 2

4. Отношение абсолютной погрешности к верхнему пределу данного средства измерений называется погрешностью...

Ответы:

1. абсолютной
2. приведенной
3. случайной
4. относительной

Верный ответ: 2

5. Измерение мощности в цепи постоянного тока с помощью амперметра и вольтметра относится к

Ответы:

1. прямым измерениям;
2. совокупным измерениям;
3. косвенным измерениям;
4. совместным измерениям.

Верный ответ: 3

6. Измерение сопротивления резистора с помощью образцовой меры сопротивления относится к

Ответы:

1. совместным измерениям;
2. прямым измерениям;
3. косвенным измерениям;
4. совокупным измерениям.

Верный ответ: 4

7. Отклонение результатов измерений от истинного (действительного) значения измеряемой величины называется:

Ответы:

1. точностью измерений;
2. правильностью измерений;
3. погрешностью измерений;
4. сходимостью измерений.

Верный ответ: 3

8. К метрологическим характеристикам средств измерений не относится:

Ответы:

1. точность
2. цена деления
3. качество
4. чувствительность

Верный ответ: 3

9. При многократном измерении силы F получены значения в Н: 263; 268; 273; 265; 267; 261; 266; 264; 267. Доверительный интервал для истинного значения силы с вероятностью $P=0,90$ ($t_p=1,86$) равен

Ответы:

- 1) $F = 267 \pm 6$ Н, $P=0,90$
- 2) $F = 266 \pm 2$ Н, $P=0,90$
- 3) $F = 267 \pm 2$ Н, $t_p=1,86$
- 4) $F = 266 \pm 6$ Н, $P=0,90$

Верный ответ: 3

II. Описание шкалы оценивания

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

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: 80

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: 60

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

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

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

III. Правила выставления итоговой оценки по курсу

Оценка выставляется из расчета среднего арифметического значения оценки семестровой составляющей по текущему контролю успеваемости и оценки за промежуточную аттестацию.