

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

Направление подготовки/специальность: 08.03.01 Строительство

Наименование образовательной программы: Промышленное, гражданское и энергетическое строительство

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очно-заочная

**Оценочные материалы
по дисциплине
Метрология и информационно-измерительная техника**

**Москва
2024**

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Разработчик

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Серов Н.А.
	Идентификатор	R708da564-SerovNA-06ab7859

Н.А. Серов

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной
программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Хохлов В.А.
	Идентификатор	Ra1a9d479-KhokhlovVA-e19a9074

В.А.
Хохлов

Заведующий
выпускающей кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Саинов М.П.
	Идентификатор	R44cf1cc8-SainovMP-e2adb419

М.П.
Саинов

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-7 Способен использовать и совершенствовать применяемые системы менеджмента качества в производственном подразделении с применением различных методов измерения, контроля и диагностики

ИД-3 Выбор методов и оценка метрологических характеристик средства измерения (испытания)

ИД-4 Оценка погрешности измерения, проведение поверки и калибровки средства измерения

ИД-5 Оценка соответствия параметров продукции требованиям нормативно-технических документов

и включает:

для текущего контроля успеваемости:

Форма реализации: Проверка задания

1. Контрольное задание 1 (Контрольная работа)
2. Контрольное задание 2 (Контрольная работа)
3. Контрольное задание 3 (Контрольная работа)
4. Контрольное задание 4 (Контрольная работа)

БРС дисциплины

5 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %				
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
	Срок КМ:	4	8	12	14
Общие понятия метрологии. Термины и определения. Погрешности измерений.					
Общие понятия метрологии. Термины и определения. Погрешности измерений.		+	+		
Измерения электрических физических величин					
Измерения электрических физических величин				+	+
Измерения неэлектрических физических величин					
Измерения неэлектрических физических величин				+	+
Вес КМ:		30	30	20	20

\$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-7	ИД-3 _{ОПК-7} Выбор методов и оценка метрологических характеристик средства измерения (испытания)	Знать: методы и особенности измерения электрических и неэлектрических физических величин Уметь: производить выбор средств измерений в зависимости от характеристик исследуемых величин	Контрольное задание 4 (Контрольная работа)
ОПК-7	ИД-4 _{ОПК-7} Оценка погрешности измерения, проведение поверки и калибровки средства измерения	Знать: погрешности измерений, классификация, формы нормирования, способы оценки погрешностей измерений Уметь: оценивать погрешности результатов измерений	Контрольное задание 1 (Контрольная работа) Контрольное задание 2 (Контрольная работа)
ОПК-7	ИД-5 _{ОПК-7} Оценка соответствия параметров продукции требованиям нормативно-технических документов	Знать: общую характеристику, принцип действия, конструкцию аналоговых и цифровых электроизмерительных	Контрольное задание 3 (Контрольная работа)

		устройств Уметь: эксплуатировать средства измерений в соответствии с их назначением и техническими характеристиками	
--	--	--	--

КМ-1. Контрольное задание 1

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Процедура проведения контрольного мероприятия: Контрольное мероприятие предназначено для оценки достижения обучающимися части запланированных результатов обучения по дисциплине и этапа формирования запланированной компетенции. Проверка выполняется в течении 5 дней с момента сдачи работы студентом.

Контрольное мероприятие направлено на оценку освоения компетенций по вопросам, связанным с темой “Основные понятия теоретической метрологии”.

Контрольные вопросы/задания:

6

по относительной погрешности	показаний		допустимое значение основной абсолютной погрешности	допустимое значение основной относительной погрешности
1,0	100В	50В		

4. Найти предельно-допустимые погрешности для измерительного прибора

Класс точности	Диапазон показаний	Показание	Предельно-допустимое значение основной абсолютной погрешности	Предельно-допустимое значение основной относительной погрешности
1,0/0,5	100В	50В		

5. Вольтметром класса точности **A** с диапазоном показаний **B** и входным сопротивлением **C** проводится измерение напряжения. Сопротивление источника сигнала лежит в диапазоне от 0 до **D**. Температура воздуха может быть от +20°C до **E** °C. Температурная погрешность вольтметра равна половине основной на каждые 10°C. Показание вольтметра равно **F**. Представить результат измерения с вероятностью $P=1$.

Исходные данные в задании:

A	B	C	D	E	F
0,5	10В	20кОм	1кОм	+60град	5В

6. Вольтметром класса точности **A** с диапазоном показаний **B** и входным сопротивлением **C** проводится измерение напряжения. Сопротивление источника сигнала лежит в диапазоне от 0 до **D**. Температура воздуха может быть от +20°C до **E** °C. Температурная погрешность вольтметра равна половине основной на каждые 10°C. Показание вольтметра равно **F**. Представить результат измерения с вероятностью $P=1$.

Исходные данные в задании:

A	B	C	D	E	F
0,1	15В	500кОм	1кОм	+50град	3В

7. Вольтметром класса точности **A** с диапазоном показаний **B** и входным сопротивлением **C** проводится измерение напряжения. Сопротивление источника сигнала лежит в диапазоне от 0 до **D**. Температура воздуха может быть от +20°C до **E** °C. Температурная погрешность вольтметра равна половине основной на каждые 10°C. Показание вольтметра равно **F**. Представить результат измерения с вероятностью $P=1$.

Исходные данные в задании:

A	B	C	D	E	F
0,2	15В	20кОм	1кОм	+40град	10В

8. Вольтметром класса точности **A** с диапазоном показаний **B** и входным

сопротивлением **С** проводится измерение напряжения. Сопротивление источника сигнала лежит в диапазоне от 0 до **Д**. Температура воздуха может быть от +20°C до **Е** °С. Температурная погрешность вольтметра равна половине основной на каждые 10°C. Показание вольтметра равно **Г**. Представить результат измерения с вероятностью Р=1.

Исходные данные в задании:

A	B	C	D	E	F
4,0	10В	1 МОм	10кОм	+30град	10В

9. Вольтметром класса точности **А** с диапазоном показаний **В** и входным сопротивлением **С** проводится измерение напряжения. Сопротивление источника сигнала лежит в диапазоне от 0 до **Д**. Температура воздуха может быть от +20°C до **Е** °С. Температурная погрешность вольтметра равна половине основной на каждые 10°C. Показание вольтметра равно **Г**. Представить результат измерения с вероятностью Р=1.

Исходные данные в задании:

A	B	C	D	E	F
1,5	150В	50 кОм	1 кОм	+15град	100В

10. Вольтметром класса точности **А** с диапазоном показаний **В** и входным сопротивлением **С** проводится измерение напряжения. Сопротивление источника сигнала лежит в диапазоне от 0 до **Д**. Температура воздуха может быть от +20°C до **Е** °С. Температурная погрешность вольтметра равна половине основной на каждые 10°C. Показание вольтметра равно **Г**. Представить результат измерения с вероятностью Р=1.

Исходные данные в задании:

A	B	C	D	E	F
1,0	5В	500 кОм	5 кОм	+50град	3В

11. Вольтметром класса точности **А** с диапазоном показаний **В** и входным сопротивлением **С** проводится измерение напряжения. Сопротивление источника сигнала лежит в диапазоне от 0 до **Д**. Температура воздуха может быть от +20°C до **Е** °С. Температурная погрешность вольтметра равна половине основной на каждые 10°C. Показание вольтметра равно **Г**. Представить результат измерения с вероятностью Р=1.

Исходные данные в задании:

A	B	C	D	E	F
1,5	15В	50 кОм	5 кОм	+30град	10В

12. Найти значения дополнительных (температурных) абсолютной и относительной погрешностей

Класс точности	Диапазон показаний	Показание	Коэффициент влияния температуры, %/10 град С	Диапазон возможных значений температуры, град С	Предельно-допустимое значение дополнительной (температурной) абсолютной	Предельно-допустимое значение дополнительной (температурной) относительной
----------------	--------------------	-----------	--	---	---	--

					погрешност и	ой погрешност и
1,0	0-100В	50В	+/- 1,0	0-40		
13.Найти значения дополнительных (температурных) абсолютной и относительной погрешностей						
Класс точно сти	Диапаз он показа ний	Показа ние	Коэффиц иент влияния температ уры, %/10 град С	Диапазон возможн ых значений температ уры, град С	Предельно- допустимое значение дополнител ьной (температур ной) абсолютной погрешност и	Предельно- допустимое значение дополнител ьной (температур ной) относительн ой погрешност и
0,5	0-10В	5В	+/- 0,5	10-35		
14.Найти значения дополнительных (температурных) абсолютной и относительной погрешностей						
Класс точно сти	Диапаз он показа ний	Показа ние	Коэффиц иент влияния температ уры, %/10 град С	Диапазон возможн ых значений температ уры, град С	Предельно- допустимое значение дополнител ьной (температур ной) абсолютной погрешност и	Предельно- допустимое значение дополнител ьной (температур ной) относительн ой погрешност и
0,2	0-20В	10В	+/- 0,2	15-50		
15.Найти значения дополнительных (температурных) абсолютной и относительной погрешностей						
Класс точно сти	Диапаз он показа ний	Показа ние	Коэффиц иент влияния температ уры, %/10 град С	Диапазон возможн ых значений температ уры, град С	Предельно- допустимое значение дополнител ьной (температур ной) абсолютной погрешност и	Предельно- допустимое значение дополнител ьной (температур ной) относительн ой погрешност и
0,1	0-1В	0,5В	+/- 0,1	10-40		

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Все ответы верные и точные.

Незначительные погрешности в представлении результатов

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

Описание характеристики выполнения знания: Один из ответов неверный.

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Два ответа неверные.

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: 3 и более ответов неверные.

КМ-2. Контрольное задание 2

Формы реализации: Проверка задания

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 30

Процедура проведения контрольного мероприятия: Контрольное мероприятие предназначено для оценки достижения обучающимися части запланированных результатов обучения по дисциплине и этапа формирования запланированной компетенции. Проверка выполняется в течении 5 дней с момента сдачи работы студентом. Студенты письменно решают два индивидуальных контрольных задания на практические навыки. При оформлении требуется привести теоретическое обоснование выбранного варианта решения.

Краткое содержание задания:

Контрольное мероприятие направлено на оценку освоения компетенций по вопросам, связанным с темой “Прямые и косвенные измерения”.

Задание Кз1-Н. Задание на прямое измерение с однократным наблюдением с использованием аналоговых и цифровых средств измерений.

Задание Кз2-Н. Задание на косвенное измерение с однократным наблюдением с использованием аналоговых и цифровых средств измерений.

Ответы записываются в установленной форме.

Контрольные вопросы/задания:

Знать: погрешности измерений, классификация, формы нормирования, способы оценки погрешностей измерений	1.Что такое прямое измерение? 2.Что такое косвенное измерение? 3.Нужно ли проводить расчет результата при прямом измерении? 4.Нужно ли проводить расчет результата при косвенном измерении? 5.Как связана точность результата с измеряемыми величинами при прямом и косвенном измерении?
Уметь: оценивать погрешности результатов измерений	1.Задание Кз1-1. измерение напряжения <u>Дано:</u> V : $U_k=250$ В; $\alpha_k=100$ дел; $\alpha_{отс}=87,2$; $\gamma=0,5$; $\gamma_{д.т}=0,5\%/10^\circ\text{C}$; Группа СИ - 4; $R_{вх}=500$ кОм; $R_{вых}=0-10$ кОм <u>Найти:</u> а) $U_{изм}$; $\Delta_{п,в}$; $\Delta_{п,н}$; $P_d = 1$; б) $U_{изм,погр}$; $\Delta_{п}$; $P_d = 1$; 2.Задание Кз1-2. измерение напряжения

Дано: V: $U_k=10 \text{ В}; 0,02/0,005; U_X=2 \text{ В};$
 $\delta_{д,т}=(0,02/0,01)\%/10^\circ\text{C}; \delta_{д,Ус}=(0,02/0,005)\%/10\%U_c;$
 Группа СИ - 3; $R_{вх}=1 \text{ МОм}; R_{вых}=0-100 \text{ Ом}$

Найти:

- а) $U_{изм}; \Delta_{п,в}; \Delta_{п,н}; P_d = 1;$
 б) $U_{изм,попр}; \Delta_{п}; P_d = 1;$

3.Задание Кз1-3.

измерение тока

Дано: A: $I_k=10 \text{ А}; \alpha_k=50 \text{ дел}; \alpha_{отс}=45,6; \gamma=1,5; \gamma_{д,т}=0,5\%/10^\circ\text{C};$
 Группа СИ - 4; $R_A=1 \text{ Ом}; R_{вых}=0-100 \text{ Ом}$

Найти:

- а) $I_{изм}; \Delta_{п,в}; \Delta_{п,н}; P_d = 1;$
 б) $I_{изм,попр}; \Delta_{п}; P_d = 1;$

4.Задание Кз1-4.

измерение напряжения

Дано: V: $U_k=30 \text{ В}; \gamma=0,2; \alpha_k=60 \text{ дел}; \alpha_{отс}=52,4; \gamma_{д,т}=0,2\%/10^\circ\text{C};$
 Группа СИ - 3; $R_{вх}=50 \text{ кОм}; R_{вых}=(0-0,15) \text{ кОм}$

Найти:

- а) $U_{изм}; \Delta_{в,п}; \Delta_{н,п}; P_d = 1;$
 б) $U_{изм,попр}; \Delta_{п}; P_d = 1;$

5.Задание Кз1-5.

измерение напряжения

Дано: V: $U_k=200 \text{ В}; 0,1/0,05; U_X=100 \text{ В};$
 $\delta_{д,т}=(0,05/0,02)\%/10^\circ\text{C}; \delta_{д,Ус}=(0,02/0,01)\%/10\%U_c;$
 Группа СИ - 3; $R_{вх}=100 \text{ кОм}; R_{вых}=0-100 \text{ Ом}$

Найти:

- а) $U_{изм}; \Delta_{п,в}; \Delta_{п,н}; P_d = 1;$
 б) $U_{изм,попр}; \Delta_{п}; P_d = 1;$

6.Задание Кз1-6.

измерение тока

Дано: A: $I_k=200 \text{ мкА}; I_X=100 \text{ мкА}; 0,1/0,02; t_{изм}=40^\circ\text{C};$
 $\delta_{д,т}=(0,1/0,05)\%/10^\circ\text{C}; \delta_{д,Ус}=(0,05/0,02)\%/10\%U_c;$
 $R_A=250 \text{ Ом}; R_{вых}=0-750 \text{ кОм}$

Найти:

- а) $I_{изм}; \Delta_{п,в}; \Delta_{п,н}; P_d = 1;$
 б) $I_{изм,попр}; \Delta_{п}; P_d = 1;$

7.Задание Кз1-7.

измерение напряжения

Дано: V: $U_k=500 \text{ мВ}; 0,05/0,02; U_X=100 \text{ мВ};$
 $\delta_{д,т}=(0,02/0,01)\%/10^\circ\text{C}; \delta_{д,Ус}=(0,02/0,01)\%/10\%U_c;$
 Группа СИ - 4; $R_{вх}=10 \text{ кОм}; R_{вых}=0-10 \text{ Ом}$

Найти:

- а) $U_{изм}; \Delta_{п,в}; \Delta_{п,н}; P_d = 1;$
 б) $U_{изм,попр}; \Delta_{п}; P_d = 1;$

8.Кз2-1.

измерение P по $P=U^2/R$

Дано: V: $U_k=300 \text{ В}; 0,1/0,05; U_X=100 \text{ В};$
 $R: R_k=100 \text{ кОм}; 0,05/0,02; R_X=20 \text{ кОм};$

Найти: $P_{изм}; \Delta_{п,о}; \delta_{п,о}$

9.Кз2-2.

2. Задача: измерение P по $P=I^2R$

Дано: A: $I_k=2 \text{ А}; 1,5; I_X=2 \text{ А};$
 $R: R_k=1000 \text{ Ом}; 0,2; R_X=500 \text{ Ом};$

Найти: $P_{изм}; \Delta_{п,о}; \delta_{п,о}$

10.Кз2-3.

3. Задача: измерение S по $S=UI$

Дано: V: $U_k=150 \text{ В}; 0,2/0,05; U_X=100 \text{ В};$
 A: $I_k=10 \text{ А}; 0,25/0,1; I_X=8 \text{ А};$

Найти: $S_{изм}; \Delta_{п,о}; \delta_{п,о}$

11.Кз2-4.

	4. Задача: измерение P по $P=U^2/R$ Дано: $V: U_k=30 \text{ В};$ $0,1/0,05;$ $U_X=10 \text{ В};$ $R: R_k=10 \text{ кОм};$ $0,05/0,02;$ $R_X=5,0 \text{ кОм};$ Найти: $P_{\text{изм}}; \Delta_P; \delta_P$ 12.Кз2-5. 5. Задача: измерение R_X по $R_X=R_1 \parallel R_2$ Дано: $R: R_k=10 \text{ кОм};$ $\delta=0,2/0,1;$ $R_1=5 \text{ кОм};$ $R: R_k=1 \text{ кОм};$ $\gamma=0,2;$ $R_2=0,5 \text{ кОм};$ Найти: $R_{\text{изм}}; \Delta_{P,0}; \delta_{P,0}$ 13.Кз2-6. 6. Задача: измерение $\cos(\varphi)$ по $\cos(\varphi)=P/UI$ Дано: $V: U_k=10 \text{ В};$ $0,5/0,2;$ $U_X=5 \text{ В};$ $A: I_k=100 \text{ мА};$ $1,0/0,5;$ $I_X=25 \text{ мА};$ $P: P_k=250 \text{ мВт};$ $0,5/0,1;$ $P_X=75 \text{ мВт};$ Найти: $\cos(\varphi)_{\text{изм}}; \Delta_{P,0}; \delta_{P,0}$ 14.Кз2-7. 12. Задача: измерение P по $P=UI\cos(\varphi)$ Дано: $V: U_k=20 \text{ В};$ $0,2;$ $U_X=15 \text{ В};$ $A: I_k=200 \text{ мА};$ $1,0;$ $I_X=120 \text{ мА};$ $\cos(\varphi): \cos(\varphi_k)=1;$ $0,5;$ $\cos(\varphi)=0,7;$ Найти: $P_{\text{изм}}; \Delta_{P,0}; \delta_{P,0}$
--	--

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

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: 75

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

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения задания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

КМ-3. Контрольное задание 3

Формы реализации: Проверка задания

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 20

Процедура проведения контрольного мероприятия: Контрольное мероприятие предназначено для оценки достижения обучающимися части запланированных результатов обучения по дисциплине и этапа формирования запланированной компетенции. Проверка выполняется в течении 5 дней с момента сдачи работы студентом.

Краткое содержание задания:

Контрольное мероприятие направлено на оценку освоения компетенций по вопросам, связанным с темой "Измерения электрических физических величин".

Индивидуальное задание состоит из двух вопросов на знания и одного вопроса на умения.

Контрольные вопросы/задания:

Знать: общую характеристику, принцип действия, конструкцию аналоговых и цифровых электроизмерительных устройств	1.Как различаются метрологические характеристики электромеханических и электронных аналоговых измерительных приборов? 2.Какой системы используется электромеханический измерительный механизм как составная часть электронного аналогового измерительного прибора? 3.Какие основные метрологические характеристики электронного вольтметра амплитудного значения? 4.Какие основные метрологические характеристики электронного вольтметра средневыпрямленного значения? 5.Какие основные метрологические характеристики электронного вольтметра среднеквадратического значения? 6.Какую погрешность определяет класс точности аналогового измерительного прибора? 7.Какому значению измеряемого сигнала пропорциональны показания электронного вольтметра амплитудного значения? 8.Какому значению измеряемого сигнала пропорциональны показания электронного вольтметра средневыпрямленного значения? 9.Какому значению измеряемого сигнала пропорциональны показания электронного вольтметра среднеквадратического значения? 10.Какие частотные диапазоны имеют электронные вольтметры?														
Уметь: эксплуатировать средства измерений в соответствии с их назначением и техническими характеристиками	1.Имеем магнитоэлектрический измерительный механизм с током полного отклонения Иполн. откл., номинальным сопротивлением обмотки рамки Ррамки, предельным отклонением сопротивления обмотки рамки от номинального значения до,п, Ррамки . Рассчитать значение добавочного сопротивления Рдобав для получения вольтметра с диапазоном показаний 0-Унорм. Предельное отклонение значения добавочного сопротивления от номинального значения до, добав. Найти предельное значение основной погрешности вольтметра до,п, вызванной отклонениями сопротивлений Ррамки и Рдобав от номинальных значений. Результаты внести в таблицу. <table><tr><td>Иполн. откл.</td><td>Ррамки</td><td>до,п, Ррамки</td><td>0- Унорм</td><td>Рдобав</td><td>до, добав</td><td>до,п</td></tr><tr><td>0,1 мА</td><td>1кОм</td><td>5,0%</td><td>10В</td><td></td><td>0,05%</td><td></td></tr></table> 2.Имеем магнитоэлектрический измерительный механизм с током полного отклонения Иполн. откл. , номинальным сопротивлением обмотки рамки Ррамки, предельным отклонением сопротивления обмотки рамки от номинального значения до,п, Ррамки . Рассчитать значение шунтирующего сопротивления Ршунта	Иполн. откл.	Ррамки	до,п, Ррамки	0- Унорм	Рдобав	до, добав	до,п	0,1 мА	1кОм	5,0%	10В		0,05%	
Иполн. откл.	Ррамки	до,п, Ррамки	0- Унорм	Рдобав	до, добав	до,п									
0,1 мА	1кОм	5,0%	10В		0,05%										

для получения амперметра с диапазоном показаний **0- $I_{\text{норм}}$** .
 Предельное отклонение значения шунтирующего сопротивления от номинального значения **δo , шунта**.
 Найти предельное значение основной погрешности амперметра **$\delta o, п$** , вызванной отклонениями сопротивлений **$R_{\text{рамки}}$** и **$R_{\text{шунта}}$** от номинальных значений
 Результаты внести в таблицу.

Иполн. откл.	$R_{\text{рамки}}$	$\delta o, п, R_{\text{рамки}}$	0- $I_{\text{норм}}$	$R_{\text{шунта}}$	$\delta o, шунта$	$\delta o, п$
10мА	1кОм	0,2%	10А		0,1%	

3. Усилитель с последовательной отрицательной обратной связью по напряжению с коэффициентом усиления **$K_y = K/(1+K\beta)$** , где **K** - номинальный коэффициент усиления собственно усилителя, **β** – номинальный коэффициент передачи звена обратной связи. Предельные относительные значения отклонений от номинальных значений **K** и **β** : **$\delta K, п$** и **$\delta \beta, п$** указаны в таблице. Найти номинальное значение **K_y** и предельное отклонение **K_y** от номинального значения **$\delta K_y, п$** , вызванное отклонениями от номинальных значений **K** и **β** .

Результаты внести в таблицу.

K	β	$\delta K, п$	$\delta \beta, п$	K_y	$\delta K_y, п$
10 в степени +5	10 в степени - 3	+/- 10%	+/- 0,1%		

4.

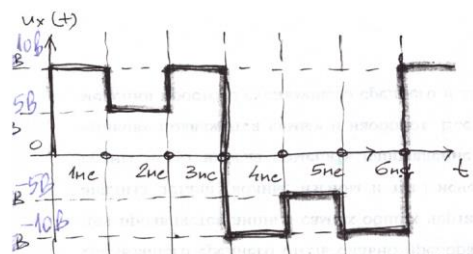
Усилитель с последовательной отрицательной обратной связью по напряжению с коэффициентом усиления **$K_y = K/(1+K\beta)$** , где **K** - коэффициент усиления собственно усилителя (**K_{min}** -минимальный коэффициент усиления собственно усилителя), **β** – номинальный коэффициент передачи звена обратной связи. Определить значение **K_y** при значении **K** , стремящимся к бесконечности. Найти относительную погрешность **$K_y - \delta K_{\text{min}}$** , вызванную отличием **K** от бесконечности.

R - входное сопротивление собственно усилителя.
 Определить входное сопротивление усилителя с последовательной отрицательной обратной связью по напряжению **$R_{вх,у}$** для **K_{min}** и максимальное значение относительной погрешности взаимодействия **$\delta v_{з, max}$** при диапазоне изменения выходного сопротивления источника сигнала от **0** до **$R_{\text{сиг, max}}$** .

Результаты внести в таблицу.

Kmin	β	Ky	$\delta K, \text{mi}$ n	R	Rvx, y	Rсиг, тах	$\delta \text{вз, та}$ х
10 в степен и +5	10 в степени -3			10 к		10к	

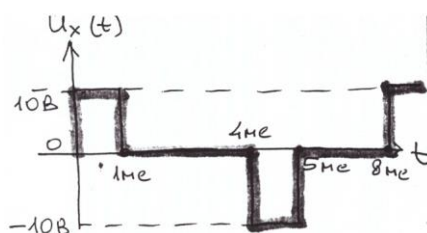
Найти показания вольтметров: выпрямительного и термоэлектрического измерения следующего напряжения.
Учесть только влияние формы на показания приборов.



Показание выпрямительного вольтметра: _____

5. Показание термоэлектрического вольтметра: _____

Найти показания вольтметров: выпрямительного и термоэлектрического при измерении следующего напряжения.
Учесть только влияние формы на показания приборов.

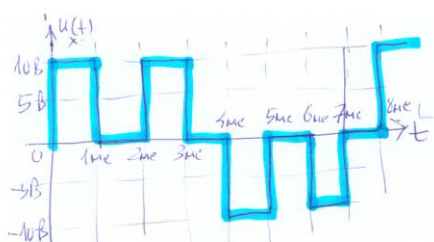


Показание выпрямительного вольтметра: _____

Показание термоэлектрического вольтметра: _____

6.

Найти показания вольтметров: выпрямительного и термоэлектрического при измерении следующего напряжения.
Учесть только влияние формы на показания приборов.



Показание выпрямительного вольтметра: _____

Показание термоэлектрического вольтметра: _____

7.

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

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

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

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. Контрольное задание 4

Формы реализации: Проверка задания

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 20

Процедура проведения контрольного мероприятия: Контрольное мероприятие предназначено для оценки достижения обучающимися части запланированных результатов обучения по дисциплине и этапа формирования запланированной компетенции. Проверка выполняется в течении 5 дней с момента сдачи работы студентом.

Краткое содержание задания:

Принципы действия измерительных преобразователей неэлектрических физических величин в электрические. Основные метрологические характеристики средств измерений неэлектрических физических величин .

Контрольные вопросы/задания:

Знать: методы и особенности измерения электрических и неэлектрических физических величин	1.Принцип действия термопреобразователей сопротивления (ТС): разновидности, основные требования к характеристике преобразования. 2.Металлические ТС: особенности медных и платиновых ТС, характеристика преобразования, параметры, задаваемые в ГОСТах. 3.Принцип действия термопары, особенности применения, выходные параметры, погрешности. 4.Термопары (ТП): схема применения с автоматическим термостатированием, принцип действия. 5.Полупроводниковые ТС: отличия от металлических ТС, основные достоинства и недостатки, область применения, особенности расчетов. 6.Термопары: основные характеристики, расчет погрешности, внесение поправок на температуру свободных концов. 7.Принцип действия термопреобразователей, особенности применения, выходные параметры, погрешности. 8.Электромагнитные расходомеры, принцип действия, основные характеристики. 9.Ультразвуковые расходомеры, принцип действия, основные характеристики. 10.Вихревые расходомеры, принцип действия,
--	---

	основные характеристики. 11.Тахометрические расходомеры, принцип действия, основные характеристики. 12.Теплосчетчики, принцип действия, основные характеристики. 13.Измерительные преобразователи давления, принцип действия, основные характеристики. 14.Измерительные преобразователи перемещения, принцип действия, основные характеристики. 15.Принцип действие, устройство, функции преобразования и функции влияния тензорезисторных ИП 16.Принцип действие, устройство, функция преобразования и функция влияния для емкостных датчиков перемещения и деформаций 17.Принцип действие, устройство, функция преобразования и функция влияния индуктивных датчиков перемещения и деформаций
Уметь: производить выбор средств измерений в зависимости от характеристик исследуемых величин	1.Выбрать ТС для измерения температуры в диапазоне от -50 °С до +60 °С. Рассчитать максимальную погрешность, если класс допуска максимальный. 2.Платиновое ТС: оценить нелинейность характеристики в диапазоне температур от 0 до 250 °С, класс допуска АА. 3.Медное ТС: для диапазона температур от 10 °С до 200 °С найти минимальное и максимальное значения сопротивлений и максимальную погрешность. 4.Из ГОСТа выбрать любую ТП для преобразования температур в диапазоне от 0 до 300 °С. Рассчитать минимальное и максимальное значения ЭДС и погрешность преобразования. 5.Платиновое ТС: оценить нелинейность характеристики в диапазоне температур от 0 °С до 750 °С, класс допуска В. 6.Выбрать ТС для измерения температуры человеческого тела: объяснить выбор типа ТС, оценить измеряемые значения сопротивления, чувствительность ТС. 7.Медное ТС: для диапазона температур от 50 °С до 250 °С найти минимальное и максимальное значения сопротивлений и максимальную погрешность. 8.Для измерительного преобразователя температуры в цифровой код, который состоит из платинового термопреобразователя сопротивления (ТПС), имеющего предельную погрешность по входу 0,15 град.С и функцию преобразования $R_t = 100 (1 + A t + B t^2)$, ($A=3.9690 \cdot 10^{-3}$, $B=-5.841 \cdot 10^{-7}$) и преобразователя сопротивления в цифровой код (АЦП) с относительной погрешностью преобразования $R - 0,1\%$, рассчитать предельное значение погрешности ИП по температуре

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

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

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

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

5 семестр

Форма промежуточной аттестации: Зачет с оценкой

Пример билета

Билета нет.

Процедура проведения

Оценка определяется по результатам успеваемости студента в течение семестра в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой составляющей.

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

1. Компетенция/Индикатор: ИД-3_{ОПК-7} Выбор методов и оценка метрологических характеристик средства измерения (испытания)

Вопросы, задания

2. Задача: измерение P по $P=I^2R$

Дано: А: $I_k=2$ А; 1,5; $I_X=2$ А;
R: $R_k=1000$ Ом; 0,2; $R_X=500$ Ом;
1. Найти: $P_{изм}$; $\Delta_{п,о}$; $\delta_{п,о}$

5. Задача: измерение R_x по $R_x=R_1||R_2$

Дано: R: $R_k=10$ кОм; $\delta=0,2/0,1$; $R_1=5$ кОм;
R: $R_k=1$ кОм; $\gamma=0,2$; $R_2=0,5$ кОм;
2. Найти: $R_{изм}$; $\Delta_{п,о}$; $\delta_{п,о}$

6. Задача: измерение $\cos(\varphi)$ по $\cos(\varphi)=P/UI$

Дано: V: $U_k=10$ В; 0,5/0,2; $U_X=5$ В;
A: $I_k=100$ мА; 1,0/0,5; $I_X=25$ мА;
P: $P_k=250$ мВт; 0,5/0,1; $P_X=75$ мВт;
Найти: $\cos(\varphi)_{изм}$; $\Delta_{п,о}$; $\delta_{п,о}$

3.

4. Проводим при нормальных условиях поверку цифрового вольтметра класса точности 2,5/1,5. Результаты испытаний цифрового вольтметра в контрольных точках диапазона измерений приведены в таблице.

Принять решение о годности прибора к дальней эксплуатации – **Годен/Не годен**

Контрольные точки диапазона измерений, В	0,000	5,000	10,000	15,000	20,000
Действительное значение измеряемой величины, В	0,171	5,283	9,739	14,781	19,689
Абсолютные погрешности, В					

5. Принцип действия термопреобразователей сопротивления (ТС): разновидности, основные требования к характеристике преобразования.

6. Металлические ТС: особенности медных и платиновых ТС, характеристика преобразования, параметры, задаваемые в ГОСТах.

7. Полупроводниковые ТС: отличия от металлических ТС, основные достоинства и недостатки, область применения, особенности расчетов.

8. Термпары: основные характеристики, расчет погрешности, внесение поправок на температуру свободных концов.

9. Электромагнитные расходомеры, принцип действия, основные характеристики.

10. Ультразвуковые расходомеры, принцип действия, основные характеристики.
11. Вихревые расходомеры, принцип действия, основные характеристики.
12. Тахометрические расходомеры, принцип действия, основные характеристики.
13. Теплосчетчики, принцип действия, основные характеристики.
14. Измерительные преобразователи давления, принцип действия, основные характеристики.
15. Платиновое ТС: оценить нелинейность характеристики в диапазоне температур от 0 до 250 °С, класс допуска АА.
16. Медное ТС: для диапазона температур от 50 °С до 250 °С найти минимальное и максимальное значения сопротивлений и максимальную погрешность.

Материалы для проверки остаточных знаний

1. Запишите результат $47,11 \cdot 10^{-9} \text{ В}$ с использованием дольных или кратных единиц.
 Ответы:
 А) 47,11 нВ Б) 47,11 мВ В) 47,11 Нв
 Верный ответ: А
2. Запишите результат с использованием кратных или дольных единиц: $9,15 \cdot 10^6 \text{ Ом}$
 Ответы:
 А) 9,15 кОм Б) 9,15 МОм В) 9,15 мОм
 Верный ответ: Б
3. Выберите ВЕРНУЮ запись ответа.
 Ответы:
 А) $\theta = (57,8 \pm 1,34)^\circ \text{С}; P = 1$ Б) $U = (11,75 \pm 0,29) \text{ В}$ В) $R = (1174 \pm 10,15) \text{ кОм}; P = 1$
 Верный ответ: А
4. Погрешность результата измерения может содержать следующие составляющие:
 Ответы:
 А) основную Б) случайную В) объективную
 Верный ответ: А, Б
5. К какому виду измерений можно отнести измерение вольтметром напряжения:
 Ответы:
 А) прямое;
 Б) косвенное;
 В) совокупное;
 Г) совместное;
 Верный ответ: А

2. Компетенция/Индикатор: ИД-4ОПК-7 Оценка погрешности измерения, проведение поверки и калибровки средства измерения

Вопросы, задания

1. Что такое абсолютная погрешность?
2. Что такое относительная погрешность?
3. Что такое приведенная погрешность?
4. Чем различаются диапазон показаний и диапазон измерений?
5. Что такое нормирующее значение?
6. Определение основной погрешности.
7. Определение дополнительной погрешности.
8. Что такое нормальные условия?
9. Что такое рабочие условия?
10. Определение класса точности средств измерений.
11. Какие выводы делаются после проведения поверки измерений?
12. Как должны соотноситься показатели точности эталонного и поверяемого средств измерений?

13. Каковы правила округления значения погрешностей?

14. Что такое единство измерений?

15. Имеем два вольтметра:

1. Кл.т. 1,0; диапазон показаний 0-30В;

2. Кл.т. 0,5; диапазон показаний 0-150В.

Измеряемый сигнал примерно 10В.

Какой вольтметр проведет более точные измерения?

16. Найти предельно-допустимые погрешности для измерительного прибора

Класс точности	Диапазон показаний	Показание	Предельно-допустимое значение основной абсолютной погрешности	Предельно-допустимое значение основной относительной погрешности
0,1	20В	10В		
1,0 по относит.погреш.	10В	5В		
0,2/0,1	100В	50В		

17. Вольтметром класса точности **A** с диапазоном показаний **B** и входным сопротивлением **C** проводится измерение напряжения. Сопротивление источника сигнала лежит в диапазоне от 0 до **D**. Температура воздуха может быть от +20°C до **E** °C. Температурная погрешность вольтметра равна половине основной на каждые 10°C.

Показание вольтметра равно **F**.

Представить результат измерения с вероятностью $P=1$.

Исходные данные в задании:

A	B	C	D	E	F
1,5	15В	50 кОм	5 кОм	+30град	10В

18. Что такое прямое измерение?

19. Что такое косвенное измерение?

20. Нужно ли проводить расчет результата при прямом измерении?

21. Нужно ли проводить расчет результата при косвенном измерении?

22. Погрешность дискретности измерительных приборов.

23. Чем систематическая погрешность результата измерения отличается от случайной?

24. Что такое доверительный интервал и доверительная вероятность?

25. Приведите примеры систематических и случайных погрешностей?

26. Примеры законов распределения случайных погрешностей: закон равномерной плотности, нормальный закон.

27. Как можно суммировать независимые случайные величины?

28. Какой вывод делает центральная предельная теорема теории вероятностей?

29. Медное ТС: для диапазона температур от 10 °C до 200 °C найти минимальное и максимальное значения сопротивлений и максимальную погрешность.

30. Платиновое ТС: оценить нелинейность характеристики в диапазоне температур от 0 °C до 750 °C, класс допуска В.

Материалы для проверки остаточных знаний

1. Абсолютная погрешность в классической метрологии определяется или обозначается как:

Ответы:

А) $X - X_i$ Б) $X_i - X_B \approx (X - X_d)$

Верный ответ: А, В

2. Абсолютная погрешность в классической метрологии обозначается как:

Ответы:

А) $\approx (X - X_d) B) \Delta B) \delta$

Верный ответ: А, Б

3. Относительная погрешность в классической метрологии обозначается как

Ответы:

А) $\approx (X - X_i) B) 100 \cdot \Delta / X (\%) B) |X_i - X|$

Верный ответ: Б

4. Приведенная погрешность обозначается как:

Ответы:

А) $\gamma B) X_i - X B) 100 \cdot \Delta / X_N (\%)$

Верный ответ: А, В

5. Относительная погрешность обозначается как:

Ответы:

А) $\delta B) X_i - X B) \delta \approx 100 \cdot \Delta / X (\%)$

Верный ответ: А, В

6. Класс точности показывает:

Ответы:

А) Предельно-допустимую приведенную погрешность

Б) Максимально возможную погрешность взаимодействия

В) Предельно-допустимую методическую погрешность

Верный ответ: А

7. Основная погрешность - это погрешность при:

Ответы:

А) Нормальных условиях

Б) Рабочих условиях

В) Условиях хранения

Верный ответ: А

8. Дополнительная погрешность – имеет место при:

Ответы:

А) Нормальных условиях

Б) Рабочих условиях

В) Условиях хранения

Верный ответ: Б

9. Прямые измерения:

Ответы:

А) Экспериментатор расположен прямо перед отсчетным устройством средства измерений

Б) Результат получается непосредственно из опытных данных

В) Погрешность прямых измерений прямо-пропорциональна измеряемой величине

Верный ответ: Б

10. Косвенные измерения:

Ответы:

А) Экспериментатор расположен неудобно относительно отсчетного устройства средства измерений и вынужден пользоваться вспомогательными средствами, чтобы отсчитать результат

Б) Результат находится на основании известной зависимости между результатами прямых измерений и искомой величиной

В) Результат измерения обязательно сравнивается с результатом более точного средства измерений

Верный ответ: Б

3. Компетенция/Индикатор: ИД-5_{ОПК-7} Оценка соответствия параметров продукции требованиям нормативно-технических документов

Вопросы, задания

1. Какие технические средства относятся к средствам измерений?
2. Вольтметром класса точности **A** с диапазоном показаний **B** и входным сопротивлением **C** проводится измерение напряжения. Сопротивление источника сигнала лежит в диапазоне от 0 до **D**. Температура воздуха может быть от +20°C до **E** °C. Температурная погрешность вольтметра равна половине основной на каждые 10°C. Показание вольтметра равно **F**.
Представить результат измерения с вероятностью $P=1$.

Исходные данные в задании:

A	B	C	D	E	F
0,2	15В	20кОм	1кОм	+40град	10В

3. Вольтметром класса точности **A** с диапазоном показаний **B** и входным сопротивлением **C** проводится измерение напряжения. Сопротивление источника сигнала лежит в диапазоне от 0 до **D**. Температура воздуха может быть от +20°C до **E** °C. Температурная погрешность вольтметра равна половине основной на каждые 10°C. Показание вольтметра равно **F**.
Представить результат измерения с вероятностью $P=1$.

Исходные данные в задании:

A	B	C	D	E	F
1,5	150В	50 кОм	1 кОм	+15град	100В

измерение P по $P=U^2/R$

Дано: $V: U_k=300 \text{ В}; 0,1/0,05; U_X=100 \text{ В};$
 $R: R_k=100 \text{ кОм}; 0,05/0,02; R_X=20 \text{ кОм};$
Найти: $P_{\text{изм}}; \Delta_{\text{п.о}}; \delta_{\text{п.о}}$

- 4.
5. Как повышается точность в цифровых измерительных приборах с микропроцессорами?
6. АЦП кодо-импульсные, структурная схема, точность, быстродействие.
7. Методы аналого-цифрового преобразования (АЦП).
8. АЦП время-импульсные, структурная схема, точность, быстродействие.
9. АЦП частотно-импульсные, структурная схема, точность, быстродействие.
10. АЦП кодо-импульсные, структурная схема, точность, быстродействие.
11. Принцип действия термопары, особенности применения, выходные параметры, погрешности.
12. Принцип действие, устройство, функция преобразования и функция влияния для емкостных датчиков перемещения и деформаций
13. Принцип действие, устройство, функция преобразования и функция влияния индуктивных датчиков перемещения и деформаций

Материалы для проверки остаточных знаний

1. К электрическим физическим величинам относятся:
Ответы:
А) ток Б) индуктивность В) давление
Верный ответ: А, Б
2. Выберите НЕВЕРНУЮ запись ответа.
Ответы:
А) $I=(20,00 \pm 0,015) \text{ мА}; P=1$ Б) $C=(73,4 \pm 3,7) \text{ пФ}; P=1$ В) $L=(5,79 \pm 0,125) \text{ мкГн}; P=1$

Верный ответ: В

3. Какие погрешности следует учесть при использовании мультиметров в режиме измерения напряжения на постоянном токе?

Ответы:

А) инструментальную Б) округления В) частотную

Верный ответ: А, Б

4. Что может вызвать дополнительную погрешность при измерении напряжения

Ответы:

А) Температура

Б) Состояние здоровья экспериментатора

В) Неправильное подключение вольтметра к источнику измерения

Верный ответ: А

5. Единство измерений это:

Ответы:

А) все измерения проводят одним и тем же прибором;

Б) измерения проводят в одном месте;

В) результаты измерений выражены в произвольных единицах физических величин;

Г) результаты измерений выражены в законных единицах измерений;

Д) погрешности измерений указаны обязательно в абсолютной форме.

Верный ответ: Г

II. Описание шкалы оценивания

Оценка: 5

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

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

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

Оценка определяется по результатам успеваемости студента в течение семестра в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой составляющей.