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

Направление подготовки/специальность: 27.03.04 Управление в технических системах

Наименование образовательной программы: Системы и средства автоматизации, интеллектуального управления и анализа данных

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная

Оценочные материалы
по дисциплине
Метрология и измерительная техника

Москва
2023

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: Шилин Д.В. Идентификатор: R495daf18-ShilinDV-59db3f0e	Д.В. Шилин
Заведующий выпускающей кафедрой	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» Сведения о владельце ЦЭП МЭИ Владелец: Бобряков А.В. Идентификатор: R2c90f415-BobriakovAV-70dec1fa	А.В. Бобряков

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-8 Способен выполнять наладку измерительных и управляющих средств и комплексов, осуществлять их регламентное обслуживание

ИД-1 Выполняет наладку измерительных и управляющих средств и комплексов

ИД-2 Осуществляет регламентное обслуживание измерительных и управляющих средств и комплексов по утвержденными нормативам

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)

Форма реализации: Смешанная форма

1. Защита лабораторной работы 1 (Коллоквиум)
2. Защита лабораторной работы 13 (Коллоквиум)
3. Защита лабораторной работы 6 (Коллоквиум)

БРС дисциплины

6 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %						
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5	КМ-6	КМ-7
	Срок КМ:	4	8	12	14	14	14	14
Общие понятия метрологии. Термины и определения. Погрешности измерений.							
Общие понятия метрологии. Термины и определения. Погрешности измерений.	+				+		
Общая характеристика аналоговых электроизмерительных устройств							
Общая характеристика аналоговых электроизмерительных устройств		+				+	
Общая характеристика цифровых электроизмерительных устройств							
Общая характеристика цифровых электроизмерительных устройств		+				+	
Измерение токов и напряжений							

Измерение токов и напряжений		+	+	+			+
Измерение параметров цепей постоянного и переменного тока							
Измерение параметров цепей постоянного и переменного тока		+	+	+			+
Измерение мощности и энергии							
Измерение мощности и энергии		+	+	+			+
Исследование формы сигналов							
Исследование формы сигналов		+	+	+			+
Измерение частоты и угла сдвига фаз							
Измерение частоты и угла сдвига фаз		+	+	+			+
Вес КМ:	15	10	10	5	20	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-8	ИД-1$_{ОПК-8}$ Выполняет наладку измерительных и управляющих средств и комплексов	Знать: погрешности измерений, классификация, формы нормирования, способы оценки погрешностей измерений Уметь: оценивать погрешности результатов измерений	Контрольное задание 1 (Контрольная работа) Защита лабораторной работы 1 (Коллоквиум)
ОПК-8	ИД-2$_{ОПК-8}$ Осуществляет регламентное обслуживание измерительных и управляющих средств и комплексов по утвержденными нормативам	Знать: общую характеристику, принцип действия, конструкцию аналоговых и цифровых электроизмерительных устройств Уметь: эксплуатировать средства измерений в соответствии с их назначением и техническими характеристиками	Контрольное задание 2 (Контрольная работа) Контрольное задание 3 (Контрольная работа) Контрольное задание 4 (Контрольная работа) Защита лабораторной работы 6 (Коллоквиум) Защита лабораторной работы 13 (Коллоквиум)

II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

КМ-1. Контрольное задание 1

Формы реализации: Проверка задания
Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа
Вес контрольного мероприятия в БРС: 15
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 “Основные понятия теоретической метрологии”.
Индивидуальное задание состоит из трех вопросов на знания и одного вопроса на умения.

Контрольные вопросы/задания:

<table>
<tr><td>Знать: погрешности измерений, классификация, формы нормирования, способы оценки погрешностей измерений</td><td>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 технические средства относятся к средствам измерений?
12.Какие выводы делаются после проведения поверки измерений?
13.Как должны соотноситься показатели точности эталонного и поверяемого средств измерений?
14.Каковы правила округления значения погрешностей?
15.Что такое единство измерений?</td></tr>
<tr><td>Уметь: оценивать погрешности результатов измерений</td><td>1.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?
2.Найти предельно-допустимые погрешности для измерительного прибора
<table>
<tr><td>Класс точности</td><td>Диапазон показаний</td><td>Показание</td><td>Предельно-допустимое значение основной абсолютной погрешности</td><td>Предельно-допустимое значение основной относительной погрешности</td></tr>
<tr><td>1,0</td><td>100В</td><td>50В</td><td></td><td></td></tr>
</table>
3.Найти предельно-допустимые погрешности для измерительного прибора
<table>
<tr><td>Класс точности</td><td>Диапазон</td><td>Показание</td><td>Предельно-</td><td>Предельно-</td></tr>
</table></td></tr>
</table>

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 **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
4,0	10В	1 МОм	10кОм	+30град	10В

9. 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

10. 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
1,0	5В	500 кОм	5 кОм	+50град	3В

11. 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

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) относительн

					погрешности	ой погрешности
1,0	0-100В	50В	+/- 1,0	0-40		

13.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 погрешности	Предельно-допустимое значение дополнительной (температурной) относительной погрешности
0,5	0-10В	5В	+/- 0,5	10-35		

14.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 погрешности	Предельно-допустимое значение дополнительной (температурной) относительной погрешности
0,2	0-20В	10В	+/- 0,2	15-50		

15.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 погрешности	Предельно-допустимое значение дополнительной (температурной) относительной погрешности
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: 10
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-N. Задание на прямое измерение с однократным наблюдением с использованием аналоговых и цифровых средств измерений.
Задание Кз2-N. Задание на косвенное измерение с однократным наблюдением с использованием аналоговых и цифровых средств измерений.
Ответы записываются в установленной форме.

Контрольные вопросы/задания:

Знать: общую характеристику, принцип действия, конструкцию аналоговых и цифровых электроизмерительных устройств	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: эксплуатировать средства измерений в соответствии с их назначением и техническими характеристиками	1.**Задание Кз1-2.** **измерение напряжения** эно:V: $U_к$=10 В; 0,02 / 0,005; U_X=2 В; $\delta_{Д,t}$ = (0,02/0,01) % / 10°C; $\delta_{Д,U_C}$ = (0,02/0,005) % / 10%U_C; Группа СИ - 3; $R_{вх}$=1МОм; $R_{вых}$= 0-100 Ом Найти: а) $U_{изм}$; $\Delta_{п,в}$; $\Delta_{п,н}$; $Р_д$ = 1; б) $U_{изм.попр}$; $\Delta_п$; $Р_д$ = 1; 2.**Задание Кз1-4.** **измерение напряжения**

Дано:V: U_k=30 В; γ=0,2; α_k=60 дел; $\alpha_{отс}$=52,4; $\gamma_{д,t}$=0,2%/10°C;
Группа СИ - 3; $R_{вх}$=50 кОм; $R_{вых}$= (0-0,15) кОм

Найти: а) $U_{изм}$; $\Delta_{в,п}$; $\Delta_{н,п}$; $P_д$ = 1;
б) $U_{изм,попр}$; $\Delta_п$; $P_д$ = 1;

3.Задание Кз1-5.
измерение напряжения

Дано:V: U_k=200 В; 0,1/0,05; U_X=100 В;
$\delta_{Д,t}$=(0,05/0,02)%/10°C; $\delta_{Д,Uc}$=(0,02/0,01)%/10%U_c;
Группа СИ - 3;$R_{вх}$=100 кОм; $R_{вых}$= 0-100 Ом

Найти: а) $U_{изм}$; $\Delta_{п,в}$; $\Delta_{п,н}$; $P_д$ = 1;
б) $U_{изм,попр}$; $\Delta_п$; $P_д$ = 1;

4.Задание Кз1-7.
измерение напряжения

Дано:V: U_k=500 мВ;0,05/0,02; U_X=100 мВ;
$\delta_{Д,t}$=(0,02/0,01)%/10°C; $\delta_{Д,Uc}$=(0,02/0,01)%/10%U_c;
Группа СИ – 4; $R_{вх}$=10 кОм; $R_{вых}$= 0-10 Ом
Найти: а) $U_{изм}$; $\Delta_{п,в}$; $\Delta_{п,н}$; $P_д$ = 1;
б) $U_{изм.попр}$; $\Delta_п$; $P_д$ = 1;

5.Кз2-4.

4. Задача: измерение P по P=U^2/R

Дано: V: U_k=30 В; 0,1/0,05; U_X=10 В;
R: R_k=10 кОм; 0,05/0,02; R_X=5,0 кОм;
Найти: $P_{изм}$; $\Delta_п$; $\delta_п$

6.Кз2-7.

12. Задача: измерение P по P=UIcos(φ)

Дано: V: U_k=20 В; 0,2; U_X=15 В;
A: I_k=200 мА; 1,0; I_X=120 мА;
cos(φ): cos(φ_k)=1; 0,5; cos(φ)=0,7;
Найти: $P_{изм}$; $\Delta_{п.о}$; $\delta_{п.о}$

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 задач50

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. Контрольное задание 3

Формы реализации: Проверка задания
Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа
Вес контрольного мероприятия в БРС: 10

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 “Аналоговые измерительные приборы”.

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

Контрольные вопросы/задания:

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

1.Имеем магнитоэлектрический измерительный механизм с током полного отклонения **Iполн. откл.**, номинальным сопротивлением обмотки рамки **Rрамки,** предельным отклонением сопротивления обмотки рамки от номинального значения **δо,п, Rрамки .**
Рассчитать значение добавочного сопротивления **Rдобав** для получения вольтметра с диапазоном показаний **0-Uнорм.**
Предельное отклонение значения добавочного сопротивления от номинального значения **δо, добав.**
Найти предельное значение основной погрешности вольтметра **δо,п**, вызванной отклонениями сопротивлений **Rрамки** и **Rдобав** от номинальных значений.
Результаты внести в таблицу.

Iполн. откл.	**Rрамки**	**δо,п, Rрамки**	**0-Uнорм**	**Rдобав**	**δо, добав**	**δо,п**
0,1 мА	**1кОм**	**5,0%**	**10В**		**0,05%**	

2.Имеем магнитоэлектрический измерительный механизм с током полного отклонения **Iполн. откл.** , номинальным сопротивлением обмотки рамки **Rрамки,** предельным отклонением сопротивления обмотки рамки от номинального значения **δо,п, Rрамки .**
Рассчитать значение шунтирующего сопротивления **Rшунта** для получения амперметра с диапазоном показаний **0-Iнорм.**
Предельное отклонение значения шунтирующего сопротивления от номинального значения **δо, шунта.**
Найти предельное значение основной погрешности амперметра **δо,п**, вызванной отклонениями сопротивлений **Rрамки** и **Rшунта** от номинальных значений
Результаты внести в таблицу.

Iполн. откл.	**Rрамки**	**δо,п, Rрамки**	**0-Iнорм**	**Rшунта**	**δо, шунта**	**δо,п**
10мА	**1кОм**	**0,2%**	**10А**		**0,1%**	

3. Усилитель с последовательной отрицательной обратной связью по напряжению с коэффициентом усиления **Ку = К/(1+Кβ),** где **К-** номинальный коэффициент усиления собственно усилителя, **β** – номинальный коэффициент передачи

звена обратной связи. Предельные относительные значения отклонений от номинальных значений **К и β**: **δK,п** и **δβ,п** указаны в таблице. Найти номинальное значение **Ку** и предельное отклонение **Ку** от номинального значения **δКу,п**, вызванное отклонениями от номинальных значений **К и β**.

Результаты внести в таблицу.

К	**β**	**δK,п**	**δβ,п**	**Ку**	**δКу,п**
10 в степени +5	**10 в степени -3**	**+/- 10%**	**+/- 0,1%**		

4.

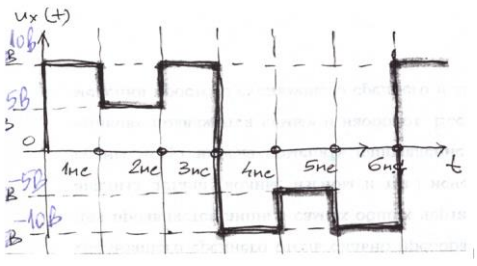
Усилитель с последовательной отрицательной обратной связью по напряжению с коэффициентом усиления **Ку = К/(1+Кβ),** где **К** - коэффициент усиления собственно усилителя (**Kmin** -минимальный коэффициент усиления собственно усилителя), **β** – номинальный коэффициент передачи звена обратной связи. Определить значение **Ку** при значении **К** , стремящимся к бесконечности. Найти относительную погрешность **Ку - δK,min** , вызванную отличием **К** от бесконечности.

R - входное сопротивление собственно усилителя. Определить входное сопротивление усилителя с последовательной отрицательной обратной связью по напряжению **Rвх,у** для **Kmin** и максимальное значение относительной погрешности взаимодействия **δвз,max** при диапазоне изменения выходного сопротивления источника сигнала от **0** до **Rсиг, max.**

Результаты внести в таблицу.

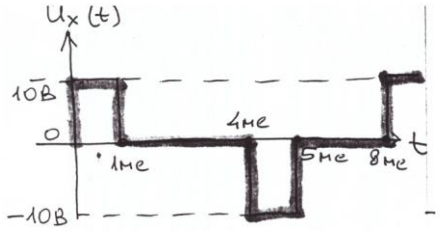
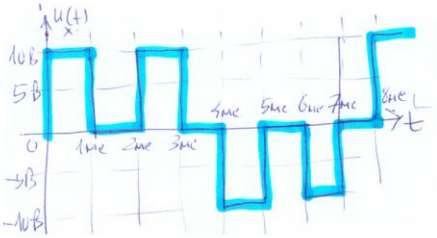
Kmin	**β**	**Ку**	**δK,min**	**R**	**Rвх,у**	**Rсиг, max**	**δвз,max**
10 в степени +5	**10 в степени -3**			**10к**		**10к**	

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



Показание выпрямительного вольтметра: _____

5. **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. **Найти показания вольтметров: выпрямительного и термоэлектрического при измерении следующего напряжения.** **Учесть только влияние формы на показания приборов.**  **Показание выпрямительного вольтметра: _____** **Показание термоэлектрического вольтметра:_____**

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: 5
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:

Основные метрологические характеристики электронно-лучевых осциллографов и цифровых осциллографов.

Цифровые измерительные приборы.

Контрольные вопросы/задания:

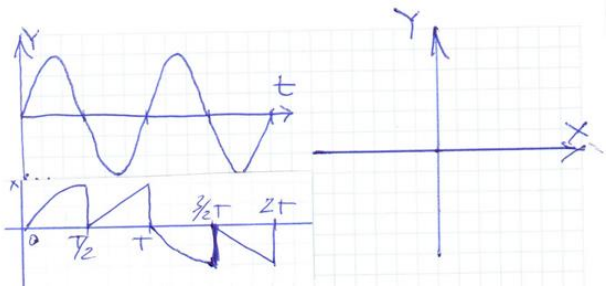
Уметь: эксплуатировать средства измерений в соответствии с их назначением и техническими характеристиками

1. Проводим измерения амплитудного значения прямоугольных импульсов. Получены следующие измеренные значения по вертикальной оси отклонения ЭЛО **Y: L1, L2, L3**.
Максимальная абсолютная погрешность отсчитывания длины отрезка L **+/- 0,5 мм.**
Номинальное значение коэффициента отклонения по оси **Y – Ky,ном**.
Предельно допустимое отклонение **Ky** от номинального значения - **δKy,пр.**

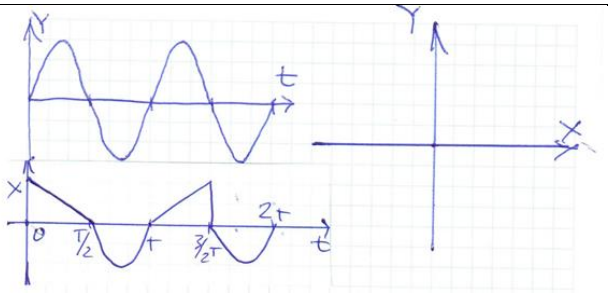
Найти результаты измерения амплитудных значений: **U1,амп; U2,амп; U3,амп** и предельно допустимые погрешности для полученных результатов: **δ1,пр, δ2,пр, δ3,пр.**
Результаты внести в таблицу.

L1,см	L2,см	L3,см	Ky,ном	δKy,пр	U1,амп	U2,амп	U3,амп	δ1,пр	δ2,пр	δ3,пр
10,0	5,0	1,0	1,0 В/см	+/- 3,0%						

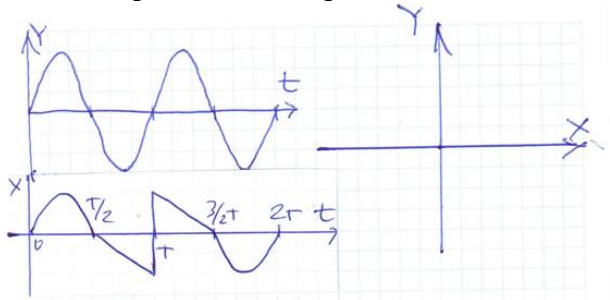
2. На входе вертикального отклонения Y ЭЛО действует синусоидальное напряжение.
На входе горизонтального отклонения ЭЛО действует напряжение, представленное в задании. Генератор развертки ЭЛО выключен.
Найти изображение на экране ЭЛО.



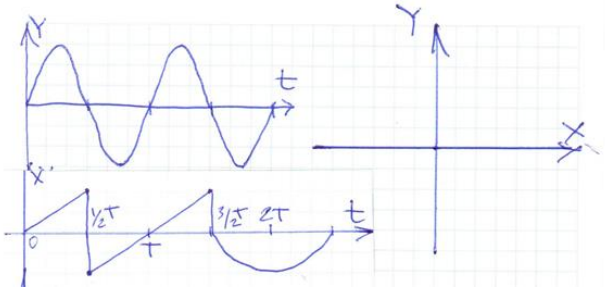
3. На входе вертикального отклонения Y ЭЛО действует синусоидальное напряжение.
На входе горизонтального отклонения ЭЛО действует напряжение, представленное в задании. Генератор развертки ЭЛО выключен.
Найти изображение на экране ЭЛО.



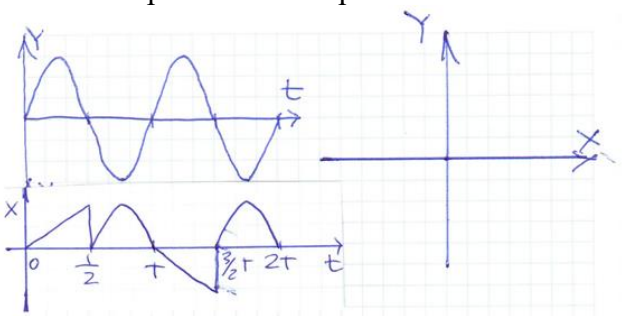
4.На входе вертикального отклонения Y ЭЛО действует синусоидальное напряжение.
На входе горизонтального отклонения ЭЛО действует напряжение, представленное в задании. Генератор развертки ЭЛО выключен.
Найти изображение на экране ЭЛО.



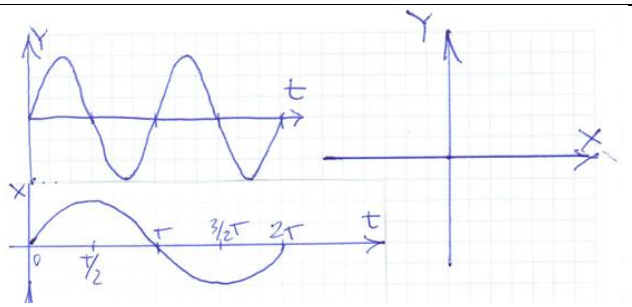
5.На входе вертикального отклонения Y ЭЛО действует синусоидальное напряжение.
На входе горизонтального отклонения ЭЛО действует напряжение, представленное в задании. Генератор развертки ЭЛО выключен.
Найти изображение на экране ЭЛО.



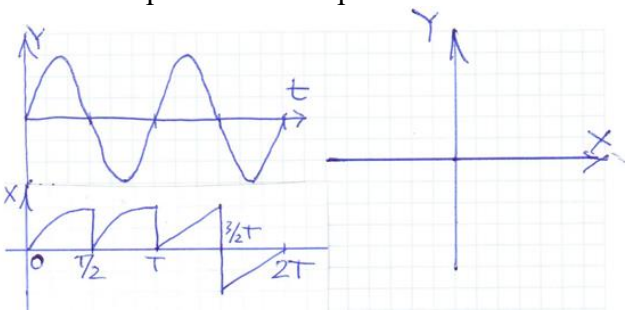
6.На входе вертикального отклонения Y ЭЛО действует синусоидальное напряжение.
На входе горизонтального отклонения ЭЛО действует напряжение, представленное в задании. Генератор развертки ЭЛО выключен.
Найти изображение на экране ЭЛО.



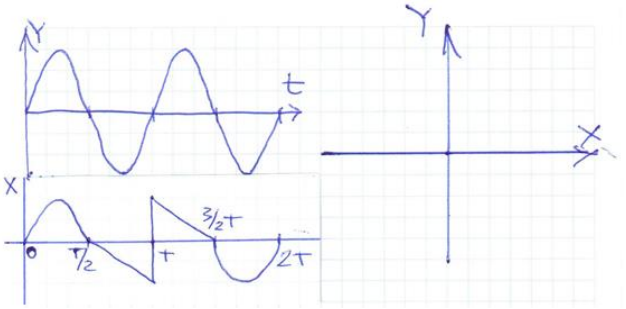
7.На входе вертикального отклонения Y ЭЛО действует синусоидальное напряжение.
На входе горизонтального отклонения ЭЛО действует напряжение, представленное в задании. Генератор развертки ЭЛО выключен.
Найти изображение на экране ЭЛО.



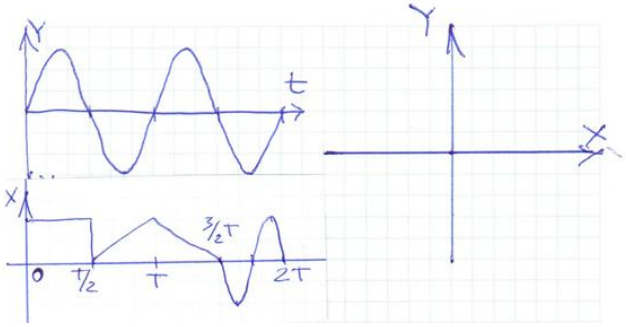
8.На входе вертикального отклонения Y ЭЛО действует синусоидальное напряжение.
На входе горизонтального отклонения ЭЛО действует напряжение, представленное в задании. Генератор развертки ЭЛО выключен.
Найти изображение на экране ЭЛО.



9.На входе вертикального отклонения Y ЭЛО действует синусоидальное напряжение.
На входе горизонтального отклонения ЭЛО действует напряжение, представленное в задании. Генератор развертки ЭЛО выключен.
Найти изображение на экране ЭЛО.

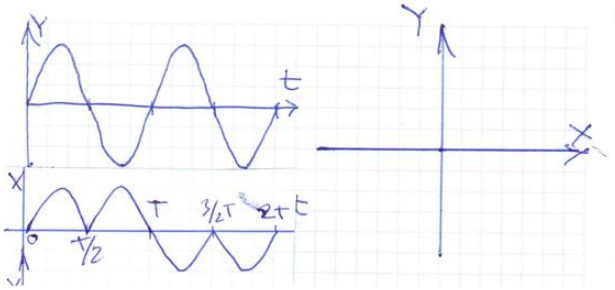


10.На входе вертикального отклонения Y ЭЛО действует синусоидальное напряжение.
На входе горизонтального отклонения ЭЛО действует напряжение, представленное в задании. Генератор развертки ЭЛО выключен.
Найти изображение на экране ЭЛО.

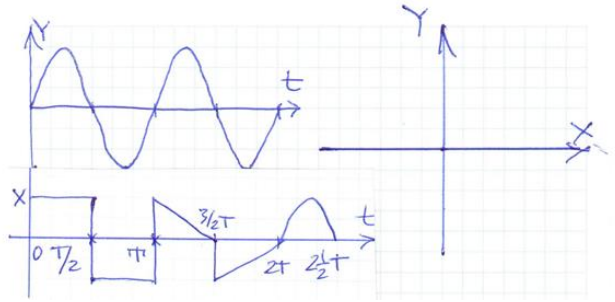


11.На входе вертикального отклонения Y ЭЛО действует синусоидальное напряжение.
На входе горизонтального отклонения ЭЛО действует напряжение,

представленное в задании. Генератор развертки ЭЛО выключен.
Найти изображение на экране ЭЛО.



12.На входе вертикального отклонения Y ЭЛО действует синусоидальное напряжение.
На входе горизонтального отклонения ЭЛО действует напряжение, представленное в задании. Генератор развертки ЭЛО выключен.
Найти изображение на экране ЭЛО.



13.Проводим при нормальных условиях поверку цифрового вольтметра класса точности **2,0/1,0**. 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**	**7,500**	**15,000**	**22,500**	**30,000**
Действительное значение измеряемой величины, В	**0,221**	**7,479**	**15,219**	**23,076**	**30,534**
Абсолютные погрешности, В					

Вывод:

14.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					

Вывод:

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

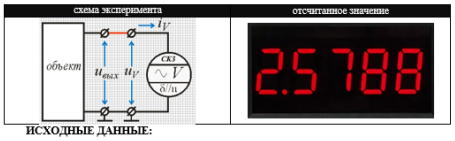
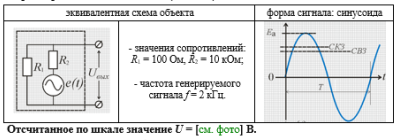
КМ-5. Защита лабораторной работы 1

Формы реализации: Смешанная форма
Тип контрольного мероприятия: Коллоквиум
Вес контрольного мероприятия в БРС: 20
Процедура проведения контрольного мероприятия: Студенты выполняют индивидуальное задание по лабораторной работе "№1. Измерение напряжений". На основании полученных экспериментальных данных подготавливается и предоставляется на защиту отчет о выполнении работы. В рамках защиты оценивается правильность полученных результатов, корректность записи ответов и выводов. Кроме того, оценивается полнота ответов на теоретические и практические вопросы. Защита проводится одним преподавателем. Время защиты составляет не более 15 минут на одного человека. На защиту представляется выполненный индивидуальный отчет.

Краткое содержание задания:
Лабораторная работа 1.
Вопросы, задания.
1.Принцип действия электронных аналоговых вольтметров переменного напряжения.
2. Дан вольтметр со шкалой 0 – 30 В, класс 1,0. Найти погрешности основную предельно-допустимую абсолютную и основную предельно-допустимую относительную измерения U= 25 В?
Дан вольтметр со шкалой 0 – 200 В, класс 0,5/0,2. Найти погрешности основную предельно-допустимую абсолютную и основную предельно-допустимую относительную измерения U= 100 В?

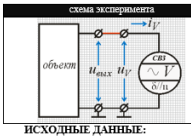
Контрольные вопросы/задания:

Знать: погрешности измерений, классификация, формы нормирования, способы оценки погрешностей измерений	1. Показания, каких из электромеханических приборов, пропорциональны постоянному или среднему значению сигнала? 2. Какие приборы называются выпрямительными? 3. Почему форма сигнала влияет на результат измерения выпрямительных приборов? 4.Каким значениям переменного сигнала пропорциональны показания электромагнитных приборов?

	5. Каков состав структурной схемы вольтметра переменного напряжения, имеющего наибольший частотный диапазон? 6. С какими измерительными преобразователями электронные вольтметры переменного напряжения имеют наименьшие пределы измерения? 7. Что такое класс точности прибора? 8. В форме каких погрешностей устанавливаются классы точности приборов? 9.Какая погрешность называется основной? 10.Как найти основную погрешность? 11.Какая погрешность называется погрешностью взаимодействия? 12.Как рассчитать погрешность взаимодействия при измерении напряжения, тока и сопротивления? 13.Из каких составляющих складывается погрешность измерения напряжения? 14.Когда необходимо учитывать и дополнительные погрешности? 15.Какой вольтметр действительно измеряет среднеквадратическое значение сигнала?
Уметь: оценивать погрешности результатов измерений	1. Измеряется напряжение **переменного** тока  **ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ:** **Параметры источника сигнала (объекта):**  **Отсчитанное по шкале значение** U = [см. фото] **В.** **Цифровой вольтметр зарубежного производства:** - предназначен для измерений как синусоидальных, так и *полигармонических* напряжений; - класс точности 0,5/8; - **предел** измерений $U_к$ = 3 В; - *длина шкалы* * – 30000; максимальное число, отображаемое дисплеем - коэффициент амплитуды $k_{а.макс}$=3; - **нормальный** диапазон частот $\Delta F_{нор.}$ – не установлен; - **рабочий** диапазон частот $\Delta F_{раб}$ = (50…10^4) Гц; - коэффициент амплитуды $k_{а.г}$ = 3; - нормальный диапазон температур $\Delta\Theta_{норм}$ – не установлен; - рабочий диапазон температур $\Delta\Theta_{раб}$ = (0…+30) °С; - температурный коэффициент влияния k_Θ – не нормируется; - значение сопротивления R_V = 10 МОм; - значение ёмкости $C_V \le 50$ пФ; **Параметры окружающей среды:** - диапазон возможных температур $\Delta\Theta_{окр}$ = (0…30) °С; - другие влияющие величины не принимаются в расчёт. **ЗАДАНИЕ** Используя метод наихудшего случая (МНС), измерить и записать результат измерения синусоидального напряжения.

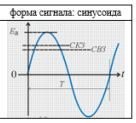
2.

Измеряется напряжение **переменного** тока

схема эксперимента	отсчитанное значение
	

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ:

Параметры источника сигнала (объекта):

эквивалентная схема объекта	форма сигнала: синусоида
	

Отсчитанное по шкале значение $U_{вх}$ = 20,00 В.

Цифровой вольтметр зарубежного производства:

- предназначен для измерений *синусоидальных* напряжений;
- непосредственно реагирует на *средневыпрямленное значение* (СВЗ) напряжения;
- класс точности 0,8/·8;
- **предел** измерений $U_к$ = 40 В;
- *длина шкалы* * – 4000;

максимальное число, отображаемое дисплеем

- **нормальный** диапазон частот $\Delta F_{норм.}$ – не установлен;
- **рабочий** диапазон частот $\Delta F_{раб.}$ = (50 …5000) Гц;
- коэффициент амплитуды $k_{А}$ = 3,5;
- нормальный диапазон температур $\Delta\Theta_{норм.}$ – не установлен;
- рабочий диапазон температур $\Delta\Theta_{раб.}$ = (0…+45) °С;
- температурный коэффициент влияния k_{Θ} – не нормируется;
- значение сопротивления $R_У$ = 10 МОм;
- значение ёмкости $C_У \le 50$ пФ;

Параметры окружающей среды:

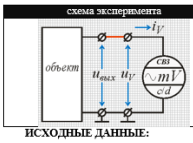
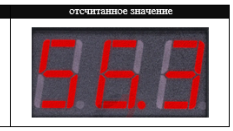
- диапазон возможных температур $\Delta\Theta_{ос}$ = (5…30) °С;
- другие влияющие величины не принимаются в расчёт.

ЗАДАНИЕ

Используя метод наихудшего случая (МНС), измерить и записать результат измерения синусоидального напряжения.

3.

Измеряется напряжение **переменного** тока

схема эксперимента	отсчитанное значение
	

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ:

Параметры источника сигнала (объекта):

эквивалентная схема объекта	форма сигнала: синусоида

Отсчитанное по шкале значение $U_{вх}$ = [см. фото] мВ.

Цифровой милливольтметр отечественного производства:

- предназначен для измерений *синусоидальных* напряжений;
- непосредственно **реагирует** на *средневыпрямленное значение* (СВЗ) напряжения;
- класс точности 1,0/0,5;
- **диапазон** измерений $\Delta U_{вх}$ = (0…60) мВ;
- *длина шкалы* * – 600;

максимальное число, отображаемое дисплеем

- **нормальный** диапазон частот $\Delta F_{норм.}$ = (50 …100·10³) Гц;
- **рабочий** диапазон частот $\Delta F_{раб.}$ = (20 …500·10³) Гц;
- коэффициент амплитуды $k_{А}$ = 4;
- нормальный диапазон температур $\Delta\Theta_{норм.}$ = (20±2) °С;
- рабочий диапазон температур $\Delta\Theta_{раб.}$ = (-20…+35) °С;
- температурный коэффициент влияния k_{Θ} = 0,5$\Delta_{о.п.}$/10 В/°С;
- значение сопротивления $R_У$ = 4 МОм;
- значение ёмкости $C_У \le 40$ пФ;

Параметры окружающей среды:

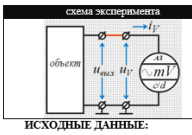
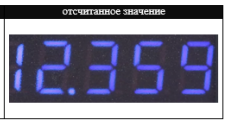
- диапазон возможных температур $\Delta\Theta_{ос}$ = (10…30) °С;
- другие влияющие величины не принимаются в расчёт.

ЗАДАНИЕ

Используя метод наихудшего случая (МНС), измерить и записать результат измерения синусоидального напряжения.

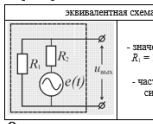
4.

Измеряется напряжение **переменного** тока

схема эксперимента	отсчитанное значение
	

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ:

Параметры источника сигнала (объекта):

эквивалентная схема объекта	форма сигнала: синусоида
	

Отсчитанное по шкале значение $U_{вх}$ = [см. фото] мВ.

Цифровой милливольтметр отечественного производства:

- предназначен для измерений *синусоидальных* напряжений;
- непосредственно реагирует на *амплитудное значение* (АЗ) напряжения;
- класс точности 0,2/0,1;
- **предел** измерений $U_к$ = 20 мВ;
- *длина шкалы* * – 20000;

максимальное число, отображаемое дисплеем

- **нормальный** диапазон частот $\Delta F_{норм.}$ = (50 …200·10³) Гц;
- **рабочий** диапазон частот $\Delta F_{раб.}$ = (20 … 10⁶) Гц;
- коэффициент амплитуды $k_{А}$ = 5;
- нормальный диапазон температур $\Delta\Theta_{норм.}$ = (20±2) °С;
- рабочий диапазон температур $\Delta\Theta_{раб.}$ = (-20…+35) °С;
- температурный коэффициент влияния k_{Θ} = $\Delta_{о.п.}$/10 В/°С;
- значение сопротивления $R_У$ = 10 МОм;
- значение ёмкости $C_У \le 30$ пФ;

Параметры окружающей среды:

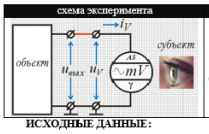
- диапазон возможных температур $\Delta\Theta_{ос}$ = (-10…35) °С;
- другие влияющие величины не принимаются в расчёт.

ЗАДАНИЕ:

Используя метод наихудшего случая (МНС), измерить и записать результат измерения синусоидального напряжения.

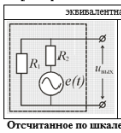
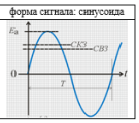
5.

Измеряется напряжение **переменного** тока

схема эксперимента	шкала прибора
	

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ:

Параметры источника сигнала (объекта):

эквивалентная схема объекта	форма сигнала: синусоида
	

- значения сопротивлений: $R_1 = \infty$, $R_2 = 1$ кОм;
- частота генерируемого сигнала $f = 30$ кГц.

Отсчитанное по шкале значение

$U_{вых}$=20,0 мВ; $\Delta_{шк}$ = ±0,5 дел.×ЦД =

Милливольтметр электронный:

- предназначен для измерений *синусоидальных* напряжений;
- непосредственно измеряет (**реагирует на**) *амплитудное значение* напряжения;
- класс точности 1,5;
- диапазон измерений $\Delta U_{изм}$ = (0…30) мВ;
- цена деления ЦД = {подсчитать по шкале} мВ/дел;
- нормальный диапазон частот $\Delta F_{норм.}$ = (50 …1·10^6) Гц;
- рабочий диапазон частот $\Delta F_{раб.}$ = (20 …5·10^6) Гц;
- коэффициент амплитуды $k_{А.У}$ = 1,41;
- нормальный диапазон температур $\Delta\Theta_{норм}$ = (20±5) °С;
- рабочий диапазон температур $\Delta\Theta_{раб}$ = (0…+35) °С;
- температурный коэффициент влияния k_Θ = $\Delta_{А.У}$/10 В/°С;
- значение сопротивления R_V = 1 МОм;
- значение ёмкости $C_V \le 50$ пФ;

Параметры окружающей среды:

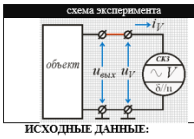
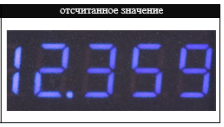
- диапазон возможных температур $\Delta\Theta_{ок.ср}$ = (0…35) °С;
- другие влияющие величины не принимаются в расчёт.

ЗАДАНИЕ:

Используя метод наихудшего случая (МНС), измерить и записать результат измерения синусоидального напряжения.

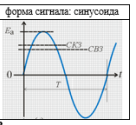
6.

Измеряется напряжение **переменного** тока

схема эксперимента	отсчитанное значение
	

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ:

Параметры источника сигнала (объекта):

эквивалентная схема объекта	форма сигнала: синусоида
	

- значения сопротивлений: R_1 = 10 Ом, R_2 = 1 кОм;
- частота генерируемого сигнала f = 50 кГц.

Отсчитанное по шкале значение $U_{вых}$ = [см. фото] **В.**

Цифровой вольтметр зарубежного производства:

- предназначен для измерений как синусоидальных, так и *полигармонических* напряжений;
- класс точности 0,4//4;
- **предел** измерений $U_к$ = 20 В;
- *длина шкалы* * – 20000;

максимальное число, отображаемое дисплеем

- коэффициент амплитуды $k_{А.У(max)}$=3;
- **нормальный** диапазон частот $\Delta F_{норм.}$ – не установлен;
- **рабочий** диапазон частот $\Delta F_{раб.}$ = (50 …2000) Гц;
- нормальный диапазон температур $\Delta\Theta_{норм.}$ – не установлен;
- рабочий диапазон температур $\Delta\Theta_{раб}$ = (0…+30) °С;
- температурный коэффициент влияния k_Θ – не нормируется;
- значение сопротивления R_V = 10 МОм;
- значение ёмкости $C_V \le 50$ пФ;

Параметры окружающей среды:

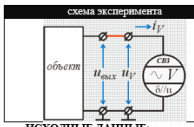
- диапазон возможных температур $\Delta\Theta_{ок.ср}$ = (0…30) °С;
- другие влияющие величины не принимаются в расчёт.

ЗАДАНИЕ:

Используя метод наихудшего случая (МНС), измерить и записать результат измерения синусоидального напряжения.

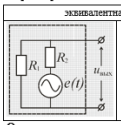
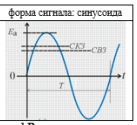
7.

Измеряется напряжение **переменного** тока

схема эксперимента	отсчитанное значение
	

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ:

Параметры источника сигнала (объекта):

эквивалентная схема объекта	форма сигнала: синусоида
	

- значения сопротивлений: R_1 = 100 кОм, R_2 = 10 кОм;
- частота генерируемого сигнала f = 2 кГц.

Отсчитанное по шкале значение $U_{вых}$ = [см. фото выше] **В.**

Цифровой вольтметр зарубежного производства:

- предназначен для измерений *синусоидальных* напряжений;
- непосредственно реагирует на *средневыпрямленное значение* (СВЗ) напряжения;
- класс точности 1,0//10;
- **предел** измерений $U_к$ = 20 В;
- *длина шкалы* * – 200;

максимальное число, отображаемое дисплеем

- **нормальный** диапазон частот $\Delta F_{норм.}$ – не установлен;
- **рабочий** диапазон частот $\Delta F_{раб.}$ = (20 …2·10^5) Гц;
- коэффициент амплитуды $k_{А.У}$ = 1,41;
- нормальный диапазон температур $\Delta\Theta_{норм.}$ – не установлен;
- рабочий диапазон температур $\Delta\Theta_{раб}$ = (0…+30) °С;
- температурный коэффициент влияния k_Θ – не нормируется;
- значение сопротивления R_V = 10 МОм;
- значение ёмкости $C_V \le 50$ пФ;

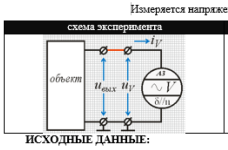
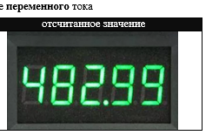
Параметры окружающей среды:

- диапазон возможных температур $\Delta\Theta_{ок.ср}$ = (5…30) °С;
- другие влияющие величины не принимаются в расчёт.

ЗАДАНИЕ:

Используя метод наихудшего случая (МНС), измерить и записать результат измерения синусоидального напряжения.

Измеряется напряжение **переменного** тока

схема эксперимента	отсчитанное значение
	

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ:

Параметры источника сигнала (объекта):

эквивалентная схема объекта		форма сигнала: синусоида
	- значения сопротивлений: R_1 = 2 кОм, R_2 = 10 кОм; - частота генерируемого сигнала f = 500 кГц.	

Отсчитанное по шкале значение $U_{вых}$ = [см. фото выше] **В.**

Цифровой вольтметр зарубежного производства:

- предназначен для измерений *синусоидальных* напряжений;
- непосредственно **реагирует** на *амплитудное значение* (АЗ) напряжения;
- класс точности 0,2//4;
- **предел** измерений $U_к$ = 500 В;
- *длина шкалы** – 50000;

максимальное число, отображаемое дисплеем

- **нормальный** диапазон частот $\Delta F_{норм.}$ – не установлен;
- **рабочий** диапазон частот $\Delta F_{раб.}$ = (20 …10^6) Гц;
- коэффициент амплитуды $k_{г.V}$ = 4;
- нормальный диапазон температур $\Delta\Theta_{норм.}$ – не установлен;
- рабочий диапазон температур $\Delta\Theta_{раб.}$ = (0…+30) °С;
- температурный коэффициент влияния k_{Θ} – не установлен;
- значение сопротивления R_V = 10 МОм;
- значение ёмкости $C_V \leq 50$ пФ;

Параметры окружающей среды:

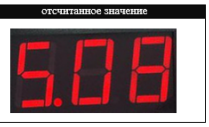
- диапазон возможных температур $\Delta\Theta_{ср}$ = (10…30) °С;
- другие влияющие величины не принимаются в расчёт.

ЗАДАНИЕ:

Используя метод наихудшего случая (МНС), измерить и записать результат измерения синусоидального напряжения.

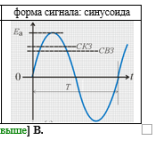
8.

Измеряется напряжение **переменного** тока

схема эксперимента	отсчитанное значение
	

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ:

Параметры источника сигнала (объекта):

эквивалентная схема объекта		форма сигнала: синусоида
	- значения сопротивлений: R_1 = 10 кОм, R_2 = 10 кОм; - частота генерируемого сигнала f = 500 кГц.	

Отсчитанное по шкале значение $U_{вых}$ = [см. фото выше] **В.**

Цифровой вольтметр отечественного производства:

- предназначен для измерений как синусоидальных, так и *полигармонических* напряжений;
- класс точности 1,0/0,5;
- **предел** измерений $U_к$ = 6,0 В;
- *длина шкалы** – 600;

максимальное число, отображаемое дисплеем

- **нормальный** диапазон частот $\Delta F_{норм.}$ = (50 …$100 \cdot 10^3$) Гц;
- **рабочий** диапазон частот $\Delta F_{раб.}$ = (20 …$500 \cdot 10^3$) Гц;
- коэффициент амплитуды $k_{г.V}$ = 3;
- нормальный диапазон температур $\Delta\Theta_{норм.}$ = (20±2) °С;
- рабочий диапазон температур $\Delta\Theta_{раб.}$ = (-20…+35) °С;
- температурный коэффициент влияния k_{Θ} = 0,5$\Delta_{о.в.}$/10, В/°С;
- значение сопротивления R_V = 1 МОм;
- значение ёмкости $C_V \leq 50$ пФ;

Параметры окружающей среды:

- диапазон возможных температур $\Delta\Theta_{ср}$ = (10…30) °С;
- другие влияющие величины не принимаются в расчёт.

ЗАДАНИЕ:

Используя метод наихудшего случая (МНС), измерить и записать результат измерения синусоидального напряжения.

9.

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-6. Защита лабораторной работы 6

Формы реализации: Смешанная форма
Тип контрольного мероприятия: Коллоквиум
Вес контрольного мероприятия в БРС: 20
Процедура проведения контрольного мероприятия: Студенты выполняют индивидуальное задание по лабораторной работе "№6.Осциллографы и их применение". На основании полученных экспериментальных данных подготавливается и предоставляется на защиту отчет о выполнении работы. В рамках защиты оценивается правильность полученных результатов, корректность записи ответов и выводов. Кроме того, оценивается полнота ответов на теоретические и практические вопросы. Защита проводится одним преподавателем. Время защиты составляет не более 15 минут на одного человека. На защиту представляется выполненный индивидуальный отчет.

Краткое содержание задания:
Лабораторная работа 6.
Вопросы, задания.
1) Устройство осциллографов, основные метрологические характеристики.
2) Особенности применения, оценка погрешностей результатов измерения.

Контрольные вопросы/задания:

Знать: общую характеристику, принцип действия, конструкцию аналоговых и цифровых электроизмерительных устройств	1. Куда, обычно, подается напряжение, форму которого исследуют с помощью электроннолучевого осциллографа? 2.Какой блок электроннолучевого осциллографа обеспе-чивает наблюдение на экране формы относительно *малых* по величине напряжений? 3.Какой блок электроннолучевого осциллографа позво-ляет наблюдать на экране форму относительно *больших* по величине напряжений? 4.Укажите порядок величины входного сопротивления большинства электроннолучевых осциллографов. 5. Какой блок электроннолучевого осциллографа выра-батывает пилообразное напряжение? 6.На экране электроннолучевого осциллографа получе-но неподвижное изображение формы исследуемого несинусо-идального напряжения. Что произойдет с изображением, если амплитуда развертывающего напряжения уменьшится? 7.На экране электроннолучевого осциллографа получено неподвижное изображение импульса. Что произойдет с изо-бражением, если амплитуда развертывающего напряжения увеличится? 8.Для чего в электроннолучевых осциллографах осуще-ствляется синхронизация по частоте между исследуемым и развертывающим напряжениями? 9.Какое назначение имеет калибратор амплитуды элек-троннолучевого осциллографа?

	10.От точности какого параметра выходного напряжения калибратора амплитуды зависит точность измерения мгновенного значения исследуемого напряжения с помощью электроннолучевого осциллографа? 11.Куда подается выходное напряжение калибратора длительности электроннолучевого осциллографа? 12.Изображение на экране электроннолучевого осцилло-графа медленно перемещается в горизонтальном направлении слева направо. Укажите причину этого явления. 13.Какие источники погрешностей при измерении осциллографом мгновенных значений исследуемого сигнала? 14.Какие источники погрешностей при измерении осциллографом пеоида исследуемого сигнала?

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-7. Защита лабораторной работы 13

Формы реализации: Смешанная форма
Тип контрольного мероприятия: Коллоквиум
Вес контрольного мероприятия в БРС: 20
Процедура проведения контрольного мероприятия: Студенты выполняют индивидуальное задание по лабораторной работе "№13. Измерение частоты и периода". На основании полученных экспериментальных данных подготавливается и предоставляется на защиту отчет о выполнении работы. В рамках защиты оценивается правильность полученных результатов, корректность записи ответов и выводов. Кроме того, оценивается полнота ответов на теоретические и практические вопросы. Защита проводится одним преподавателем. Время защиты составляет не более 15 минут на одного человека. На защиту представляется выполненный индивидуальный отчет.

Краткое содержание задания:
Лабораторная работа 13.
Вопросы, задание.

1) Устройство цифровых частотомеров и периодомеров, основные метрологические характеристики.
2) Особенности применения, оценка погрешностей результатов измерения.

Контрольные вопросы/задания:

Уметь: эксплуатировать средства измерений в соответствии с их назначением и техническими характеристиками	1. Найдите выраженное в микросекундах значение периода, если измеренное значение частоты равняется 12,5 кГц. 2.Определите максимально возможное значение абсолютной погрешности счета при измерении периода, если частота следования импульсов на выходе ГОЧ fo = 10 МГц. 3. ЦОУ частотомера имеет 7 декад. Выберите значение времени счета (из ряда: 0,001 с; 0,01 с; 0,1 с; 1 с; 10 с), которое обеспечит минимальную погрешность измерения частоты fx = 2 МГц. 4. ЦОУ частотомера имеет 7 декад. Выберите значение множителя периода (из ряда:1; 10; 100; 1000; 10000), которое обеспечит минимальную погрешность измерения периода Tx = 20 мс, если частота следования импульсов на выходе ГОЧ fo = 10 МГц. 5. Предельное значение составляющей относительной погрешности частотомера, обусловленной неточностью и нестабильностью частоты следования импульсов на выходе ГОЧ, равняется 0,0005 %. Требуется измерить частоту fx = 200 кГц с относительной погрешностью, предельное значение которой не превышает 0,001 %. Выберите минимально необходимое для этого время счета из ряда: 0,001 с; 0,01 с; 0,1 с; 1 с; 10 с. 6.Номинальное значение частоты следования импульсов на выходе ГОЧ fo = 10 МГц. Предельное значение составляющей относительной погрешности частотомера, обусловленной неточностью и нестабильностью этой частоты, равняется 0,0005 %. Требуется измерить период Tx = 200 мкс с относительной погрешностью, предельное значение которой не превышает 0,005 %. Выберите минимально необходимое для этого значение множителя периода из ряда:1; 10; 100; 1000; 10000. 7.С помощью цифрового частотомера ЧЗ-75, используемого в лабораторной работе № 13, было получено значение частоты сигнала *f*, равное 2621,5 Гц. Измерение частоты проводилось таким образом, чтобы обеспечить наименьшую погрешность. В силу этого, на приборе задавались соответствующие параметры (время счета *T*СЧ). Какое значение времени счета было выставлено на приборе при проведении измерения частоты? Время счета для указанного частотомера выбирается из ряда возможных значений: 100, 101, 102, 103, 104 мс. Для

	выбранного значения времени счета вычислить погрешность измерения частоты и записать конечный результат с учетом данной погрешности. 8.С помощью цифрового частотомера ЧЗ-75, используемого в лабораторной работе № 13, было получено значение периода сигнала *T*, равное 169,7912 мкс. Измерение периода проводилось таким образом, чтобы обеспечить наименьшую погрешность. В силу этого, на приборе задавались соответствующие параметры (число усредняемых периодов *n*). Какое значение числа усредняемых периодов было выставлено на приборе при проведении измерения периода? Число усредняемых периодов для указанного частотомера выбирается из ряда возможных значений: 100, 101, 102, 103, 104. Для выбранного значения числа усредняемых периодов вычислить погрешность измерения периода и записать конечный результат с учетом данной погрешности. 9.Определить, а затем и выбрать из числа возможных для используемого в данной лабораторной работе частотомера, минимально необходимое время счета *T*СЧ. Измеренная частота сигнала: f = 23591,70 Гц. Погрешность измерения частоты δf не превышает 0,02 %. 10.Определить, а затем и выбрать из числа возможных для используемого в данной лабораторной работе частотомера, минимально необходимое число усредняемых периодов *n*. Измеренный период сигнала: T = 43,180 мкс. Погрешность измерения периода δT не превышает 0,1 %. 11.Определить какое измерение даст более точный результат (прямое или косвенное) для измеренного значения частоты f = 59,178 кГц. Предполагается, что измерение проводится на используемом в данной лабораторной работе частотомере.

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

6 семестр

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

Пример билета

МЭИ	Экзаменационный билет № 7 Кафедра ДИТ	*Утверждаю:* *Зав.кафедрой*
	Дисциплина МиИТ	
	ИВТИ	04.04.21

1. Систематические и случайные погрешности. Статистические методы оценки погрешностей. Доверительный интервал и доверительная вероятность.
2. Аналого-цифровые преобразователи время-импульсные.
3. Вольтметром класса точности 0,5 с диапазоном показаний 0-10В и входным сопротивлением 20кОм проводится измерение напряжения. Сопротивление источника сигнала лежит в диапазоне от 0 до 1кОм. Температура воздуха может быть от +20°С до +50°С. Температурная погрешность вольтметра равна половине основной на каждые 10°С. Показание вольтметра равно 3В.

   Представить результат измерения с вероятностью P=1.

Процедура проведения

Студент готовит письменно задания, указанные в билете. Затем устно отвечает. Во время проведения экзамена студенты могут пользоваться рабочими программами дисциплины и раздаточным материалом, а также с разрешения преподавателя, проводящего экзамен, справочной литературой. Минимальное время, предоставляемое студенту на подготовку к ответу должно составлять 45 минут. По истечении этого времени студент обязан быть готовым к ответам.

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

1. Компетенция/Индикатор: ИД-1$_{ОПК-8}$ Выполняет наладку измерительных и управляющих средств и комплексов

Вопросы, задания

1.Чем различаются диапазон показаний и диапазон измерений?
2.Что такое нормирующее значение?
3.Определение основной погрешности.
4.Определение дополнительной погрешности.
5.Что такое нормальные условия?
6.Что такое рабочие условия?
7.Определение класса точности средств измерений.
8.Какие технические средства относятся к средствам измерений?
9.Какие выводы делаются после проведения поверки измерений?
10.Как должны соотноситься показатели точности эталонного и поверяемого средств измерений?
11.Каковы правила округления значения погрешностей?
12.Что такое единство измерений?
13.Имеем два вольметра:

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?
14.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		

15.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

16.Что такое прямое измерение?
17.Что такое косвенное измерение?
18.Нужно ли проводить расчет результата при прямом измерении?
19.Нужно ли проводить расчет результата при косвенном измерении?

2. Задача: измерение P по $P=I^2R$

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

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

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

6. Задача: измерение cos(φ) по cos(φ) =P/UI

22. 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: $\cos(\varphi)_{изм}$; $\Delta_{п,о}$; $\delta_{п,о}$

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?

Материалы для проверки остаточных знаний

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

Ответы:

А) X – Xи Б) Xи – X В) ≈ (X – Xд)

Верный ответ: А,В

2.Абсолютная погрешность в классической метрологии обозначается как:

Ответы:

А) ≈ (Х – Хд) Б) Δ В) δ

Верный ответ: А, Б

3.Относительная погрешность в классической метрологии обозначается как

Ответы:

А) ≈ (Х – Хи) Б) 100*Δ/Х (%) В) |Хи - Х|

Верный ответ: Б

4.Приведенная погрешность обозначается как:

Ответы:

А) γ Б) Хи – Х В) 100*Δ/ХN (%)

Верный ответ: А, В

5.Относительная погрешность обозначается как:

Ответы:

А) δ Б) Хи – Х В) δ≈100*Δ/Х (%)

Верный ответ: А, В

6.Погрешность результата измерения может содержать следующие составляющие:

Ответы:

А) основную Б) случайную В) объективную

Верный ответ: А, Б

7.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

8.Класс точности показывает:

Ответы:

А) Предельно-допустимую приведенную погрешность

Б) Максимально возможную погрешность взаимодействия

В) Предельно-допустимую методическую погрешность

Верный ответ: А

9.Основная погрешность- это погрешность при:

Ответы:

А) Нормальных условиях

Б) Рабочих условиях

В) Условиях хранения

Верный ответ: А

10.Дополнительная погрешность – имеет место при:

Ответы:

А) Нормальных условиях

Б) Рабочих условиях

В) Условиях хранения

Верный ответ: Б

2. Компетенция/Индикатор: ИД-2$_{ОПК-8}$ Осуществляет регламентное обслуживание измерительных и управляющих средств и комплексов по утвержденными нормативам

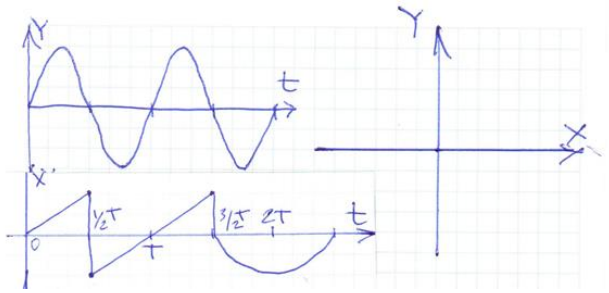
Вопросы, задания

1.Что такое абсолютная погрешность?

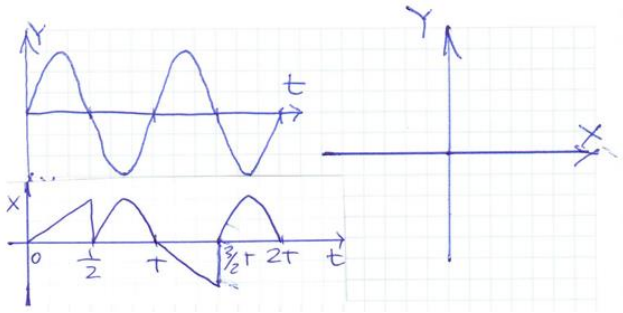
2.Как повышается точность в цифровых измерительных приборах с микропроцессорами?

3.Структурная схема цифровых частотомеров.

4.На входе вертикального отклонения Y ЭЛО действует синусоидальное напряжение. На входе горизонтального отклонения ЭЛО действует напряжение, представленное в задании. Генератор развертки ЭЛО выключен. Найти изображение на экране ЭЛО.



5.На входе вертикального отклонения Y ЭЛО действует синусоидальное напряжение. На входе горизонтального отклонения ЭЛО действует напряжение, представленное в задании. Генератор развертки ЭЛО выключен. Найти изображение на экране ЭЛО.



6.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					

7.Источники погрешностей цифровых частотомеров.
8.АЦП кодо-импульсные, структурная схема, точность, быстродействие.
9.Имеем магнитоэлектрический измерительный механизм с током полного отклонения **Iполн. откл.**, номинальным сопротивлением обмотки рамки **Rрамки,** предельным отклонением сопротивления обмотки рамки от номинального значения **δо,п, Rрамки .** Рассчитать значение добавочного сопротивления **Rдобав** для получения вольтметра с диапазоном показаний **0-Uнорм.** Предельное отклонение значения добавочного сопротивления от номинального значения **δо, добав.**
Найти предельное значение основной погрешности вольтметра **δо,п**, вызванной отклонениями сопротивлений **Rрамки** и **Rдобав** от номинальных значений.
Результаты внести в таблицу.

Iполн. откл.	**Rрамки**	**δо,п, Rрамки**	**0-Uнорм**	**Rдобав**	**δо, добав**	**δо,п**
0,1 мА	**1кОм**	**5,0%**	**10В**		**0,05%**	

10.Имеем магнитоэлектрический измерительный механизм с током полного отклонения **Iполн. откл.** , номинальным сопротивлением обмотки рамки **Rрамки,** предельным отклонением сопротивления обмотки рамки от номинального значения **δо,п, Rрамки .**

Рассчитать значение шунтирующего сопротивления **Rшунта** для получения амперметра с диапазоном показаний **0-Iнорм.** Предельное отклонение значения шунтирующего сопротивления от номинального значения **δо, шунта.**
Найти предельное значение основной погрешности амперметра **δо,п**, вызванной отклонениями сопротивлений **Rрамки** и **Rшунта** от номинальных значений
Результаты внести в таблицу.

Iполн. откл.	**Rрамки**	**δо,п, Rрамки**	**0- Iнорм**	**Rшунта**	**δо, шунта**	**δо,п**
1мА	**1кОм**	**0,05%**	**10А**		**0,05%**	

11.Источники погрешностей результатов измерений аналоговых осциллографов.
12.Источники погрешностей результатов измерений цифровых осциллографов.
13.Как проводится калибровка амплитуды и длительности в осциллографах?
14.АЦП с двухтактным интегрированием, структурная схема, точность, быстродействие.
15.Как проводится измерение мгновенных значений и длительности исследуемого сигнала?
16.Класс точности цифровых измерительных приборов?
17.Погрешность дискретности измерительных приборов.
18.Методы аналого-цифрового преобразования (АЦП).
19.АЦП время-импульсные, структурная схема, точность, быстродействие.
20.АЦП частотно-импульсные, структурная схема, точность, быстродействие.
21.Генератор развертки в аналоговых осциллографах, назначение, свойства, источники погрешностей.

Материалы для проверки остаточных знаний

1.Запишите результат 47,11*10-9В 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*106 Ом
Ответы:
А) 9,15 кОм Б) 9,15 МОм В) 9,15 мОм
Верный ответ: Б

3.К электрическим физическим величинам относятся:
Ответы:
А) ток Б) индуктивность В) давление
Верный ответ: А, Б

4.Выберите НЕВЕРНУЮ запись ответа.
Ответы:
А) I=(20,00±0,015)мА;P=1 Б) C=(73,4±3,7)пФ;P=1 В) L=(5,79±0,125)мкГн;P=1
Верный ответ: В

5.Выберите ВЕРНУЮ запись ответа.
Ответы:
А) θ=(57,8±1,34)°C;P=1 Б) U=(11,75±0,29)В В) R=(1174±10,15)кОм;P=1
Верный ответ: А

6.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

7.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

8.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

9.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 узаконенных единицах измерений;

Д) погрешности измерений указаны обязательно в абсолютной форме.

Верный ответ: Г

10.К какому виду измерений можно отнести измерение вольтметром напряжения:

Ответы:

А) прямое;

Б) косвенное;

В) совокупное;

Г) совместное;

Верный ответ: А

II. Описание шкалы оценивания

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

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

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Ответы выполнены преимущественно неправильно

III. Правила выставления итоговой оценки по курсу

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