

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный  
университет им. Х.М. Бербекова»  
(КБГУ)

Институт электроники, робототехники и искусственного интеллекта

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель ОПОП

 Р.Ш. Тешев

«12» февраля 2026 г.

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

**ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

**Б1.О.18 «Измерительные приборы и устройства в радиотехнике»**

Специальность

**11.05.01 Радиозлектронные системы и комплексы**

Специализация

**Радиозлектронные системы передачи информации**

Квалификация (степень) выпускника

**Инженер**

Форма обучения

**Очная**

**Нальчик 2025**

**1.Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю),  
соотнесенных с индикаторами достижения компетенций**

**Таблица 1**

Код и формулировка компетенции	Индикаторы достижения	Планируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУН)
<p><b>ОПК-3.</b> Способен к логическому мышлению, обобщению, прогнозированию, постановке исследовательских задач и выбору путей их достижения, освоению работы на современном измерительном, диагностическом и технологическом оборудовании, используемом для решения различных научно-технических задач в области радиоэлектронной техники и информационно-коммуникационных технологий.</p>	<p><b>ОПК-3.1.</b> Способен понимать методы решения задач анализа и расчета характеристик радиоэлектронных систем и устройств с применением современных средств измерения и проектирования; <b>ОПК-3.2.</b> Способен анализировать, моделировать и прогнозировать поведение радиоэлектронных систем и комплексов; <b>ОПК-3.3.</b> Способен работать на современном измерительном и диагностическом оборудовании.</p>	<p><b>Знать</b> методы решения задач анализа и расчета характеристик радиоэлектронных систем и устройств, с применением современных средств измерения и проектирования</p>
		<p><b>Уметь</b> подготавливать научные публикации на основе результатов исследований.</p>
		<p><b>Владеть</b> навыками использования методов решения задач анализа и расчета характеристик радиоэлектронных систем и устройств.</p>
<p><b>ПК-2.</b> Способен использовать контрольно-измерительную технику и работать с конструкторской, технической, эксплуатационной документацией.</p>	<p><b>ПК-2.1.</b> Способен работать с конструкторской, технической, эксплуатационной документацией по обслуживанию радиоэлектронных систем. <b>ПК-2.2.</b> Способен использовать</p>	<p><b>Знать</b> способы работы с конструкторской, технической, эксплуатационной документацией по обслуживанию радиоэлектронных систем.</p>
		<p><b>Уметь</b> использовать возможности контрольно-измерительной аппаратуры и методы обработки результатов измерений.</p>

	<p>возможности контрольно-измерительной аппаратуры и методы обработки результатов измерений.</p> <p><b>ПК-2.3</b> Способен применять современные пакеты прикладных программ для обработки результатов.</p>	<p><b>Владеть</b> способами применения современных пакетов прикладных программ для обработки результатов.</p>
--	--	---

## 2 Шкала оценивания планируемых результатов обучения

### 2.1 Текущий контроль

Оценка результатов текущей успеваемости в рамках контрольных точек осуществляется посредством 70-балльной системы, при этом за добросовестное посещение занятий обучающийся может набрать до 10 баллов, за качественное прохождение оценочных мероприятий - до 60 баллов.

**Таблица 2**

### Карта распределения рейтинговых баллов в рамках текущего контроля в 3 семестре

№	Оценочное средство	Форма проведения	Порядок проведения	Максимальное количество баллов	Критерии оценивания
1	Лабораторная работа №1 «Исследование электронного вольтметра».	экспериментальная	Работа включает в себя несколько заданий, выполняется студентами попарно.	5	5-4- все задания выполнены верно, выводы по работе обоснованы; 3-2 - все задания выполнены верно, выводы по работе некорректны; 1 – задания выполнены частично или одно из заданий выполнено не верно, выводы содержат ошибки. 0 – задания не выполнены или все задания выполнены неверно
2	Лабораторная работа №2 «Исследование электронно-лучевого	экспериментальная	Работа включает в себя несколько заданий, выполняется студентами	5	5-4- все задания выполнены верно, выводы по работе обоснованы; 3-2 - все задания

	осциллографа».		попарно..		выполнены верно, выводы по работе некорректны; 1 – задания выполнены частично или одно из заданий выполнено не верно, выводы содержат ошибки. 0 – задания не выполнены или все задания выполнены неверно
3	Лабораторная работа №3 «Измерение частоты».	экспериментальная	Работа включает в себя несколько заданий, выполняется студентами попарно.	5	5-4- все задания выполнены верно, выводы по работе обоснованы; 3-2 - все задания выполнены верно, выводы по работе некорректны; 1 – задания выполнены частично или одно из заданий выполнено не верно, выводы содержат ошибки. 0 – задания не выполнены или все задания выполнены неверно
4	Лабораторная работа №4 «Измерение фазового сдвига».	экспериментальная	Работа включает в себя несколько заданий, выполняется студентами попарно.	5	5-4- все задания выполнены верно, выводы по работе обоснованы; 3-2 - все задания выполнены верно, выводы по работе некорректны; 1 – задания выполнены частично или одно из заданий выполнено не верно, выводы содержат ошибки. 0 – задания не выполнены или все задания выполнены неверно
5	Лабораторная работа №5 «Измерение параметров электрических цепей».	экспериментальная	Работа включает в себя несколько заданий, выполняется студентами попарно.	5	5-4- все задания выполнены верно, выводы по работе обоснованы; 3-2 - все задания выполнены верно, выводы по работе некорректны; 1 – задания выполнены частично

					или одно из заданий выполнено не верно, выводы содержат ошибки. 0 – задания не выполнены или все задания выполнены неверно
6	Лабораторная работа №6 «Исследование спектров сигналов».	экспериментальная	Работа включает в себя несколько заданий, выполняется студентами попарно.	5	5-4- все задания выполнены верно, выводы по работе обоснованы; 3-2 - все задания выполнены верно, выводы по работе некорректны; 1 – задания выполнены частично или одно из заданий выполнено не верно, выводы содержат ошибки. 0 – задания не выполнены или все задания выполнены неверно
7	Лабораторная работа №7 «Исследование вольт-амперных характеристик полупроводниковых приборов».	экспериментальная	Работа включает в себя несколько заданий, выполняется студентами попарно.	5	5-4- все задания выполнены верно, выводы по работе обоснованы; 3-2 - все задания выполнены верно, выводы по работе некорректны; 1 – задания выполнены частично или одно из заданий выполнено не верно, выводы содержат ошибки. 0 – задания не выполнены или все задания выполнены неверно
8	Тесты 1	с применением ДТ	Студент проходит компьютерное тестирование в ЭИОС.	8	Количество баллов пропорционально количеству правильных ответов
9	Тесты 2	с применением ДТ	Студент проходит компьютерное тестирование в ЭИОС.	7	Количество баллов пропорционально количеству правильных ответов
10	Коллоквиум 1	письменная	Студенты отвечают письменно на вопросы коллоквиума	5	5 ответы полные, точные, демонстрируют глубокое понимание темы, аргументация логична;

					4 – ответы в основном правильные, но содержат незначительные ошибки; 3- ответы недостаточно полные; 2 – ответы частичные, содержат ошибки или требуют наводящих вопросов; 1-ответы не на все вопросы, частичные. 0 – ответы отсутствуют или полностью неверные.
11	Коллоквиум 2	письменная	Студенты отвечают письменно на вопросы коллоквиума	5	5– ответы полные, точные, демонстрируют глубокое понимание темы, аргументация логична; 4 – ответы в основном правильные, но содержат незначительные ошибки; 3- ответы недостаточно полные; 2 – ответы частичные, содержат ошибки или требуют наводящих вопросов; 1-ответы не на все вопросы, частичные. 0 – ответы отсутствуют или полностью неверные.
	<b>Итого:</b>			<b>60</b>	

### Карта распределения баллов в рамках промежуточной аттестации

№	Оценочное средство	Форма проведения	Порядок проведения	Максимальное количество баллов	Критерии оценивания
1	Билет для зачета	Устный опрос	Билет содержит 2 теоретических вопроса. На теоретические вопросы студент должен ответить устно.	Теоретические вопросы – 30 баллов.	<b>Критерии оценивания теоретических вопросов:</b> 25 до 30 баллов: Глубокий уровень владения материалом, точное знание ключевых концепций, способность анализировать и интерпретировать факты,

					<p>грамотно строить высказывания, привести примеры, свободно оперировать терминологией.</p> <p>От 19 до 24 баллов: Базовое владение предметом, умение последовательно раскрыть основную мысль вопроса, грамотное применение терминов, наличие существенных элементов анализа и обобщений, но недостаточное развертывание или отдельные неточности.</p> <p>От 13 до 18 баллов: Частичное освоение материала, попытка объяснить основной смысл вопроса, использование некоторых базовых терминов, но отсутствие глубокого понимания сложных моментов, логические недостатки изложения, отсутствие выводов.</p> <p>От 7 до 12 баллов: Ошибочные представления, слабо выраженное владение основными понятиями, значительные затруднения в интерпретации вопросов, существенные фактологические ошибки, отсутствие обоснованных выводов и примеров.</p> <p>От 0 до 6 баллов: Полное непонимание темы, неспособность сформулировать адекватный ответ, грубые ошибки, несоответствие требованиям задания.</p>
--	--	--	--	--	--

**3. Оценочные материалы для текущего и промежуточного контроля успеваемости**  
**3.1. Оценочные материалы для текущего контроля**

**ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1**

**ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОННОГО ВОЛЬТМЕТРА**

Цель работы: изучение технических характеристик, устройства и принципа работы основных узлов электронного вольтметра; приобретение навыков по измерению постоянного и переменного напряжений.

ЗАДАНИЕ 1.1. Получите у преподавателя заданные величины измеряемых постоянного напряжения  $U_{\text{п}}$  и переменного синусоидального напряжения  $U_{\text{ч}}$  (относительного значения в отн. ед.) в соответствии с табл. 1.

Таблица 1.

Исходные данные

Параметры \ № варианта	1	2	3	4
$U_{\text{п}}, \text{В}$	10,0	15,0	20,0	30,0
$U_{\text{ч}}, \text{В}$ (отн. ед.)	2,0	3,0	4,0	5,0

1.2. Ознакомьтесь с работой используемых в работе приборов и изучите устройство и технические характеристики исследуемого электронного вольтметра В7-36.

1.3. Измерьте с помощью электронного вольтметра В7-36 заданное постоянное напряжение  $U_{\text{п}}$ . Сравните измеренное и исходное заданное значения  $U_{\text{п}}$ . Рассчитайте и сравните с паспортными данными основную погрешность  $\delta_{\text{п}}$  вольтметра В7-36 при измерении постоянного напряжения.

1.4. С помощью электронного вольтметра В7-36 измерьте среднеквадратическое значение  $U$  переменного синусоидального напряжения и снимите амплитудно-частотную характеристику (АЧХ)  $U(f)$  вольтметра В7-36. Постройте график экспериментальной АЧХ исследуемого вольтметра.

1.5. Рассчитайте и сравните с паспортными данными основную погрешность  $\delta_{\text{ч}}$  и изменение показаний  $\Delta$  вольтметра В7-36 в исследуемом частотном диапазоне переменного напряжения.

1.6. Рассчитайте пиковое  $U_{\text{пик}}$  и средневывпрямленное  $U_{\text{ср.в}}$  значения измеренного синусоидального напряжения на фиксированной частоте. 6.1.7. Сформулируйте выводы о проделанной работе.

## КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1.. Назовите основные измеряемые параметры напряжений. Дайте определение каждого из них.

2. Каким образом соотносятся между собой пиковое, среднеквадратическое и средневывпрямленное значения переменного напряжения?

3. Каким параметром определяются коэффициенты амплитуды и формы для однополярного импульсного напряжения прямоугольной формы?
4. Дайте определение электронного вольтметра.
5. Назовите разновидности электронных вольтметров по форме представления результатов измерения и по роду измеряемого тока.
6. Воспроизведите основные структурные схемы построения электронных вольтметров аналогового типа. Дайте характеристику каждой структурной составляющей этих схем.
7. В чем состоит принцип измерения различных значений переменного напряжения электронным вольтметром?
8. Назовите основные типы детекторов электронных вольтметров.
9. Дайте определение приведенной погрешности измерения.

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2 ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОННО-ЛУЧЕВОГО ОСЦИЛЛОГРАФА

**Цель работы:** изучение технических характеристик, устройства электронно-лучевого осциллографа (ЭЛО) и принципа работы основных его узлов; приобретение навыков по наблюдению импульсных процессов и периодических сигналов, овладение техникой осциллографических измерений амплитудных и временных параметров сигналов с помощью ЭЛО методом калиброванных шкал.

### ЗАДАНИЕ

1. Получите у преподавателя заданную величину частоты следования  $f_n$  импульсов и полярность исследуемого импульсного прямоугольного сигнала, а также заданные величины частоты  $f \sim$  и относительного значения переменного синусоидального сигнала  $U \sim$  в соответствии с табл. 2.

Таблица 2

Исходные данные

Параметры \ № варианта	1	2	3	4
$f_n$ , кГц	1,0	2,5	4,5	7,5
Полярность	+	-	+	-
$f \sim$ , кГц	0,15	2,5	15,0	250,0
$U \sim$ , В (отн. ед.)	1,0	2,0	3,0	4,0

2. Изучите устройство и принцип работы ЭЛО, основные технические характеристики и назначение основных органов управления и присоединения ЭЛО С1-77.

3. Проведите проверку калибровки коэффициентов отклонения и развертки ЭЛО С1-77.
4. Проведите осциллографические измерения с помощью С1-77 методом калиброванных шкал амплитуды  $U_{mi}$ , длительности  $t_i$  и периода следования  $T_{ио}$  импульсов прямоугольного сигнала. Сфотографируйте осциллограмму (скопируйте ее на кальку или клетчатую бумагу).
5. . Рассчитайте скважность  $Q_i$  импульсов, а также коэффициенты амплитуды  $K_a$  и формы  $K_f$ , среднеквадратическое  $U_i$  и средневыпрямленное  $U_{ср.в}$  и значения исследуемого импульсного прямоугольного сигнала.
6. Проведите осциллографические измерения с помощью С1-77 методом калиброванных шкал размаха  $U_{раз} \sim$  и периода  $T_o \sim$  переменного синусоидального сигнала. Сфотографируйте осциллограмму (скопируйте ее на кальку или клетчатую бумагу).
7. Рассчитайте пиковое  $U_m \sim$ , среднеквадратическое  $U_o \sim$  и средневыпрямленное  $U_{ср.в} \sim$  значения исследуемого синусоидального сигнала.
8. Рассчитайте исходные значения периодов  $T_i$ ,  $T \sim$  и сравните их с измеренными значениями периодов  $T_{ио}$ ,  $T_o \sim$  исследуемых сигналов. Рассчитайте относительные погрешности измерения периода  $\gamma_{Ti}$ ,  $\gamma_{T \sim}$  с помощью С1-77.
9. Сформулируйте выводы о проделанной работе.

### **КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ**

1. Назначение ЭЛО. Что называется осциллограммой?
2. Какие основные каналы входят в состав ЭЛО? Назначение каждого канала.
3. Устройство канала вертикального отклонения. Назначение каждой структурной составляющей канала.
4. Устройство канала горизонтального отклонения. Назначение каждой структурной составляющей канала.
5. Устройство канала управления яркостью. Принцип организации схмотехнических связей между каналами ЭЛО и электродами ЭЛТ.
6. Какие основные параметры сигналов измеряются с помощью ЭЛО? Назовите основные методы осциллографических измерений.
7. В чем заключается метод калиброванных шкал? Как при этом достигается минимальная погрешность измерения?
8. В чем заключается компенсационный метод? Чем достигается выигрыш в точности при использовании данного метода?
9. В чем заключается метод сравнения?

## **ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №3**

### **ИЗМЕРЕНИЕ ЧАСТОТЫ**

**Цель работы:** изучение технических характеристик, устройства и принципа работы основных узлов цифрового частотомера; приобретение навыков по измерению частоты переменного синусоидального напряжения с помощью цифрового частотомера, а также с помощью электроннолучевого осциллографа (ЭЛО).

### **ЗАДАНИЕ**

1. Получите у преподавателя заданные величины измеряемой частоты  $f_x$  и относительного значения переменного синусоидального напряжения  $U_x$ , соотношения измеряемой  $f_x$  и образцовой  $f_0$  частот ( $f_x / f_0$ ) и амплитуды образцового синусоидального напряжения  $U_{m0}$  в соответствии с табл. 3

Таблица 3  
Исходные данные

Параметры \ № варианта	1	2	3	4
$f_x$ , Гц	500	1000	1500	2000
$U_x$ , В(отн. ед.)	5,0	3,0	4,0	4,5
$f_x / f_0$	1/2	2/3	1/3	1/4
$U_{m0}$ , В	10	7	5	8

2. Изучите устройство и принцип работы цифрового частотомера.
3. Проведите осциллографическое измерение с помощью ЭЛО С1-77 методом интерференционных фигур частоты  $f_{x1}$  переменного синусоидального напряжения. Сфотографируйте осциллограмму (скопируйте ее на кальку или клетчатую бумагу).
4. Проведите измерение с помощью цифрового частотомера методом дискретного счета частоты  $f_{x2}$  переменного синусоидального напряжения.
5. Сравните измеренные значения частот  $f_{x1}$  и  $f_{x2}$  с заданным значением  $f_x$ . Рассчитайте относительные погрешности измерения частоты с помощью ЭЛО С1-77 по п. 8.1.3 ( $\gamma f_1$ ) и с помощью цифрового частотомера по п. 8.1.4 ( $\gamma f_2$ ).
6. Сформулируйте выводы о проделанной работе.

### КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Сформулируйте понятия периода и частоты периодического сигнала. В чем заключается специфика этих понятий в отношении периодических, но не гармонических сигналов?
2. Как называются приборы, измеряющие частоты сигналов? Какие методы наиболее широко используются для измерения частоты сигналов?
3. В чем заключается метод интерференционных фигур при измерении частоты синусоидального сигнала? Каков недостаток этого метода?
4. В чем заключается метод круговой развертки с модуляцией яркости при измерении частоты синусоидального сигнала?
5. В чем заключается измерение частоты методом дискретного счета? Устройство и принцип работы простейшего цифрового частотомера.

### ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №4

#### ИЗМЕРЕНИЕ ФАЗОВОГО СДВИГА

**Цель работы:** изучение технических характеристик, устройства и принципа работы основных узлов цифрового фазометра; приобретение навыков по измерению фазового сдвига переменных синусоидальных напряжений с помощью цифрового фазометра, а также с помощью электроннолучевого осциллографа (ЭЛО).

## ЗАДАНИЕ

1. Получите у преподавателя заданные величины частоты  $f \sim$  и относительного значения переменного синусоидального напряжения  $U \sim$ , а также номер фазовращателя в соответствии с табл. 4.

Таблица 4  
Исходные данные

Параметры \ № варианта	1	2	3	4
$f \sim$ , кГц	0,12	0,15	0,2	0,5
$U \sim$ , В (отн. ед.)	2,0	2,5	4,0	5,0
№ фазовращателя	1	2	3	4

2. Изучите устройство и принцип работы цифрового фазометра.
3. Проведите осциллографическое измерение с помощью ЭЛО С1-77 фазового сдвига  $\Delta\varphi_{01}$  между исследуемыми сигналами  $u_1$  и  $u_2$  одинаковой частоты  $f \sim$  по их осциллограммам. Сфотографируйте осциллограммы (скопируйте их на кальку или клетчатую бумагу).
4. Проведите осциллографическое измерение с помощью ЭЛО С1-77 фазового сдвига  $\Delta\varphi_{02}$  между исследуемыми сигналами  $u_1$  и  $u_2$  способом эллипса. Сфотографируйте осциллограмму (скопируйте ее на кальку или клетчатую бумагу).
5. Проведите измерение фазового сдвига  $\Delta\varphi_{\Phi}$  между исследуемыми сигналами  $u_1$  и  $u_2$  с помощью цифрового фазометра методом дискретного счета.
6. Сравните измеренные значения фазового сдвига  $\Delta\varphi_{01}$ ,  $\Delta\varphi_{02}$  и  $\Delta\varphi_{\Phi}$  между исследуемыми сигналами  $u_1$  и  $u_2$ . Рассчитайте относительные погрешности измерения фазового сдвига осциллографическими методами с помощью ЭЛО С1-77.
7. Сформулируйте выводы о проделанной работе.

## КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Дайте определения разности фаз и фазового сдвига двух гармонических сигналов. Какой термин используется для характеристики фазового сдвига для негармонических сигналов?
2. Как называются приборы, измеряющие фазовые сдвиги? Какие методы наиболее широко используются для измерения фазового сдвига?
3. В чем заключается способ измерения фазового сдвига по осциллограммам исследуемых сигналов? Какой недостаток этого способа?
4. В чем заключается измерение фазового сдвига способом эллипса? Какой недостаток этого способа?
5. В чем заключается измерение фазового сдвига методом дискретного счета? Устройство и принцип работы простейшего цифрового фазометра.

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №5

## ИЗМЕРЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ КОМПОНЕНТОВ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЦЕПЕЙ

**Цель работы:** изучение технических характеристик, устройства и принципа работы основных узлов цифрового измерителя L, C, R; приобретение навыков по измерению основных параметров: активного сопротивления резистора, индуктивности катушки, емкости конденсатора, а также их паразитных параметров.

### ЗАДАНИЕ

1. Получите у преподавателя заданные величины измеряемых активного сопротивления R резистора, индуктивности L катушки, емкости C конденсатора в соответствии с табл. 5 и исследуемые компоненты с заданными номиналами.

Таблица 5  
Исходные данные

Параметры \ № варианта	1	2	3	4
R, $\Omega$ (Ом)	5,175	694,1	2030,0	8176,0
L, $\mu\text{H}$ (мкГн)	7,18	18,92	41,97	101,75
C, pF (пФ)	337,37	271,28	11601,0	24870,0

2. Изучите устройство, технические характеристики и принцип работы цифрового измерителя E7-12.
3. Измерьте с помощью цифрового измерителя E7-12 основной параметр резистора – активное сопротивление R, а также паразитные параметры: индуктивность  $L_R$  и емкость  $C_R$ .
4. Измерьте с помощью цифрового измерителя E7-12 основной параметр катушки – индуктивность L, а также паразитные параметры: активное сопротивление  $R_L$  и тангенс угла потерь  $\text{tg}\delta_L$ .
5. Измерьте с помощью цифрового измерителя E7-12 основной параметр конденсатора – емкость C, а также паразитные параметры: активную проводимость  $G_C$  и тангенс угла потерь  $\text{tg}\delta_C$ .
6. Рассчитайте добротности  $Q_L$  катушки индуктивности и  $Q_C$  конденсатора.
7. Сравните измеренные и исходные значения R, L и C. Рассчитайте относительные погрешности измерения  $\gamma_R$ ,  $\gamma_L$  и  $\gamma_C$  цифровым измерителем E7-12.
8. Сформулируйте выводы о проделанной работе.

### КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Воспроизведите полные эквивалентные схемы резистора, катушки индуктивности и конденсатора. Дайте качественную характеристику каждой составляющей этих схем.
2. В чем специфика эквивалентных схем резистора, катушки индуктивности и конденсатора на низких и высоких частотах?
3. Назовите основные методы измерения активного сопротивления, индуктивности и емкости. Для чего используется и в чем заключается метод вольтметра и амперметра, его основной недостаток?

4. В чем заключаются мостовые методы измерения? Назовите основные виды мостовых схем.
5. В чем заключаются резонансные методы измерения? Назовите основные их разновидности.
6. В чем заключается метод дискретного счета?
7. Дайте определения импеданса, адмиттанса и иммитанса.

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №6

### ИССЛЕДОВАНИЕ СПЕКТРОВ СИГНАЛОВ

**Цель работы:** изучение технических характеристик, устройства анализатора спектра последовательного типа и принципа работы основных его узлов; приобретение навыков по наблюдению спектров периодических сигналов различной формы, овладение техникой измерений спектральных составляющих исследуемых сигналов с помощью анализатора спектра последовательного типа.

#### ЗАДАНИЕ

1. Получите у преподавателя заданные частоту  $f$  и форму исследуемого периодического сигнала в соответствии с табл. 6

Таблица 6

Исходные данные

Параметры \ № варианта	1	2	3	4
$f$ , Гц	80000	10000	9000	8000
Форма	синусоидальная	треугольная	пилообразная	прямоугольная

2. Изучите устройство и принцип работы анализатора спектра последовательного типа, основные технические характеристики и назначение основных органов управления, контроля и присоединения анализатора спектра С4-77.
3. Проведите проверку калибровки анализатора спектра С4-77. Произведите селекцию высоких уровней составляющих спектра собственных шумов С4-77.
4. Проведите измерения спектра исследуемого периодического сигнала по частоте и амплитуде. При этом измерение уровня амплитуд спектральных составляющих выполните в абсолютных (В) или относительных (дБ) единицах. Сфотографируйте спектрограмму исследуемого сигнала (скопируйте ее на кальку или клетчатую бумагу).
5. Исследуйте другие функциональные возможности анализатора спектра С4-77 при воздействии исследуемого сигнала: режима независимого задания параметров анализа, различных режимов памяти, режима однократной развертки, режима ручной развертки, режима слежения.
6. По результатам измерения спектра исследуемого сигнала рассчитайте экспериментальные коэффициенты гармоник  $K_g$  и нелинейности  $K_n$ .

7. 84 Рассчитайте спектр  $S(f)$  исследуемого сигнала. По результатам расчета спектра определите теоретические коэффициенты  $K_g$  и  $K_n$ .
8. Сформулируйте выводы о проделанной работе.

### КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что называется спектром сигнала? Для чего используются спектры сигналов?
2. Какие характеристики называются спектральными? Назовите основные виды спектральных характеристик.
3. Какой математический аппарат используется для спектрального представления периодического сигнала?
4. Что включает в себя анализ спектра? Дайте определение спектра амплитуд, спектральной плотности.
5. Какую форму имеют спектры периодического, непериодического сигналов и короткого одиночного импульса?
6. Дайте понятие текущего и мгновенного спектров.
7. Что является спектральной характеристикой стационарных случайных процессов?
8. Дайте определения нелинейного искажения, коэффициентов гармоник и нелинейности. Как связаны аналитически коэффициенты гармоник и нелинейности?
9. Какой метод используется для экспериментального анализа спектра? Назовите основные способы его реализации. Какой из способов получил преимущественное распространение?
10. В чем заключается способ одновременного анализа? Назовите области его применения.
11. В чем заключается способ последовательного анализа? Назовите области его применения.
12. Общее устройство и принцип работы анализатора спектра последовательного типа.

### ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №7

#### ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЛЬТ-АМПЕРНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ПРИБОРОВ

**Цель работы:** изучение технических характеристик, устройства и принципа работы характериографа в составе электронно-лучевого осциллографа (ЭЛО) С1-122, приобретение навыков по исследованию вольтамперных характеристик (ВАХ) полупроводниковых приборов (ППП) и измерению по ВАХ их основных статических параметров.

#### ЗАДАНИЕ

1. Получите у преподавателя заданный тип ППП в соответствии с табл. 7.

Таблица 7  
Исходные данные

Параметры \ № варианта	1	2	3	4
Тип ППП	стабилитрон	биполярный транзистор	полевой транзистор	тиристор

2. Изучите основные технические характеристики, устройство и принцип работы, назначение основных органов управления, контроля и присоединения базового и сменных блоков ЭЛО С1-122.
3. Изучите по справочнику конструкцию (цоколевку) и паспортные значения основных параметров (характеристик) исследуемого ППП.
4. Воспроизведите ВАХ (или семейство ВАХ) исследуемого ППП на экране ЭЛО С1-122. Проведите по полученной ВАХ осциллографические измерения методом калиброванных шкал основных статических параметров исследуемого ППП. Сфотографируйте ВАХ (или семейство ВАХ) (скопируйте на кальку или клетчатую бумагу).
5. Сравните основные параметры по исследованным ВАХ ППП с паспортными данными по справочнику.
6. Сформулируйте выводы о проделанной работе.

### **КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ**

1. В чем состоит принцип схемного решения и работы характериографа на базе осциллографа (воспроизведения на экране ЭЛТ осциллограммы в виде ВАХ)?
2. Какую роль выполняют токоограничивающий Rогр и токосъемный RT резисторы? Какие требования предъявляются к величине токосъемного резистора?
3. Какой электронный узел в блок-схеме характериографа обеспечивает воспроизведение на экране ЭЛТ семейства ВАХ? Как согласованы временные параметры ступенчатого напряжения ГСН с периодом изменения развертывающего напряжения ГЛИН?
4. Назовите типы известных серийно выпускаемых характериографов.
5. Назначение всех органов управления, присоединения и индикации блока характериографа Я4С-92 в составе ЭЛО С1-122А.
6. Какую роль выполняют адаптеры? Каково назначение гнезда В в сочетании с гнездом А? В чем отличие изображений ВАХ при подключении исследуемого ППП к гнезду А и гнезду В?
7. Последовательность действий для воспроизведения на экране ЭЛТ ВАХ стабилизатора.
8. Последовательность действий для воспроизведения на экране ЭЛТ семейства выходных ВАХ БТ.
9. В чем заключается методика определения коэффициента передачи тока  $h_{21e}$  и выходной проводимости  $h_{22e}$  по полученным выходным ВАХ БТ?
10. Последовательность действий для воспроизведения на экране ЭЛТ семейства выходных ВАХ ПТ.
11. В чем заключается методика определения крутизны характеристики S и активной составляющей выходной проводимости  $g_{22U}$  по полученным выходным ВАХ ПТ?
12. Последовательность действий для воспроизведения на экране ЭЛТ семейства выходных ВАХ тиристора.

### **Вопросы для тестирования**

S: **Технические требования к ### измерений** - требования, которые определяют особенности конструкции средств измерений (без ограничения их технического совершенствования) в целях сохранения их метрологических характеристик в процессе эксплуатации средств измерений, достижения достоверности результата измерений, предот вращения несанкционированных настройки и вмешательства, а также требования, обеспечивающие безопасность и электромагнитную совместимость средств измерений

+:\*редств#\$#

S: **### средств измерений** - совокупность средств измерений, предназначенных для измерений одних и тех же величин, выраженных в одних и тех же единицах величин, основанных на одном и том же принципе действия, имеющих одинаковую конструкцию и изготовленных по одной и той же технической документации

+:\*ип#\$#

S: **Тип ### измерений** - совокупность средств измерений, предназначенных для измерений одних и тех же величин, выраженных в одних и тех же единицах величин, основанных на одном и том же принципе действия, имеющих одинаковую конструкцию и изготовленных по одной и той же технической документации

+:\*редств#\$#

S: ..... - совокупность средств измерений, предназначенных для измерений одних и тех же величин, выраженных в одних и тех же единицах величин, основанных на одном и том же принципе действия, имеющих одинаковую конструкцию и изготовленных по одной и той же технической документации

+ :Тип средств измерений;

- :Тип стандартных образцов;

- :Тип эталонных образцов.

S: **### стандартных образцов** - совокупность стандартных образцов одного и того же назначения, изготавливаемых из одного и того же вещества (материала) по одной и той же технической документации

+:\*ип#\$#

S: **Тип стандартных ###** - совокупность стандартных образцов одного и того же назначения, изготавливаемых из одного и того же вещества (материала) по одной и той же технической документации

+:\*бразц#\$#

S: ..... - совокупность стандартных образцов одного и того же назначения, изготавливаемых из одного и того же вещества (материала) по одной и той же технической документации

-:Тип средств измерений;

+:Тип стандартных образцов;

-:Тип эталонных образцов.

S: **### единицы величины** - техническое средство, предназначенное для воспроизведения, хранения и передачи единицы величины

+:\*талон#\$#

S: **Эталон ### величины** - техническое средство, предназначенное для воспроизведения, хранения и передачи единицы величины

+:\*диниц#\$#

S: **###** - наука об измерениях, методах и средствах достижения требуемой точности и единства измерений

+:\*етролог#\$#

I:65

S: **###** называют свойство, общее в качественном отношении для многих объектов, но в количественном отношении индивидуальное для каждого

+:\*изическ#\$# величин#\$#

S: Оценку физической величины в виде некоторого числа принятых для нее единиц называют ### физической величины

+:\*начени#\$#

S: Различают ### и действительные значения физической величины

+:\*стинн #\$\$

+:\*стин #\$\$

S: Различают истинное и ### значения физической величины

+:\*ействительн #\$\$

S: ### - физическая величина, подлежащая измерению, измеряемая или измеренная в соответствии с основной целью измерительной задачи

+:\*змеряем#\$# физическ#\$# величин#\$#

S: ### - количественная определенность физической величины, присущая конкретному материальному объекту, системе, явлению или процессу

+:\*азмер#\$# физическ#\$# величин#\$#

S: ### - выражение размера физической величины в виде некоторого числа принятых для нее единиц

+:\*начен#\$# физическ#\$# величины #\$\$

S: ... - физическая величина, подлежащая измерению, измеряемая или измеренная в соответствии с основной целью измерительной задачи

+:Измеряемая физическая величина

-:Размер физической величины

-:Значение физической величины

S: ... - количественная определенность физической величины, присущая конкретному материальному объекту, системе, явлению или процессу

-:Измеряемая физическая величина

+:Размер физической величины

-:Значение физической величины

S: ... - выражение размера физической величины в виде некоторого числа принятых для нее единиц

-:Измеряемая физическая величина

+:Значение физической величины

-:Размер физической величины

S: ### значение физической величины - значение физической величины, которое идеальным образом характеризует в качественном и количественном отношении соответствующую физическую величину

+:\*стинн#\$#

+:\*стин#\$#

S: ### значение физической величины - значение физической величины, полученное экспериментальным путем и настолько близкое к истинному значению, что в поставленной измерительной задаче может быть использовано вместо него

+:\*ействительн#\$#

S: ... значение физической величины - значение физической величины, которое идеальным образом характеризует в качественном и количественном отношении соответствующую физическую величину

+:Истинное

-:Действительное

S: ... значение физической величины - значение физической величины, полученное экспериментальным путем и настолько близкое к истинному

значению, что в поставленной измерительной задаче может быть использовано вместо него

+: Действительное

-: Истинное

S: Физический ### - физическая величина, рассматриваемая при измерении данной физической величины как вспомогательная

+: \*араметр##

S: Применяемые при измерениях технические средства, имеющие нормированные метрологические характеристики (характеристики, влияющие на точность измерений), называют ### измерений

+: \*редств ##

+: \*редств ## измерений

S: ### - структурный элемент более сложных средств измерений, имеющий самостоятельные метрологические характеристики

+: \*змерительн## преобразовател##

S: ### комплексы - совокупность средств измерений и ЭВМ, объединенных с помощью устройств сопряжения и предназначенных для измерений, научных исследований и расчетов

+: \*змерительн##-вычислительн##

+: \*змерительн##-вычислительн## комплекс##

S: ### - совокупность функционально объединенных измерительных, вычислительных и других - вспомогательных технических средств, предназначенных для получения измерительной информации, ее преобразования и обработки с целью представления в удобном потребителю виде либо автоматического осуществления контроля, диагностики или идентификации

+:\*змерительн#\$# информационн#\$# систем#\$#

+:\*змерительн#\$# информацион#\$# систем#\$#

S: ... - структурный элемент более сложных средств измерений, имеющий самостоятельные метрологические характеристики

+:Измерительный преобразователь

-:Измерительно-вычислительный комплекс

-:Измерительные информационные системы

S: ... - совокупность средств измерений и ЭВМ, объединенных с помощью устройств сопряжения и предназначенных для измерений, научных исследований и расчетов

+:Измерительно-вычислительный комплекс

-:Измерительный преобразователь

-:Измерительные информационные системы

S: ... - совокупность функционально объединенных измерительных, вычислительных и других - вспомогательных технических средств, предназначенных для получения измерительной информации, ее преобразования и обработки с целью представления в удобном потребителю виде либо автоматического осуществления контроля, диагностики или идентификации

-:Измерительно-вычислительный комплекс

-:Измерительный преобразователь

+:Измерительные информационные системы

S: Измерительные приборы делят на #### и цифровые

+:\*налогов#\$#

S: Измерительные приборы делят на аналоговые и ####

+:\*ифров#\$#

S: ### измерение - измерение, при котором искомое значение величины получают непосредственно из опытных данных

+:\*рям #\$\$

S: ### измерение - определение искомого значения физической величины на основании результатов прямых измерений других физических величин, функционально связанных с искомой величиной

+:\*освен #\$\$

S: ... измерение - измерение, при котором искомое значение величины получают непосредственно из опытных данных

+:Прямое

-:Косвенное

-:Совокупное

-:Совместное

S: ... измерение - определение искомого значения физической величины на основании результатов прямых измерений других физических величин, функционально связанных с искомой величиной

-:Прямое

+:Косвенное

-:Совокупное

-:Совместное

S: ### измерения - производимые одновременно измерения нескольких одноименных величин, при которых искомые значения величин определяют путем решения системы уравнений, получаемых при измерениях этих величин в различных сочетаниях

+:\*овокупн#\$\$

S: ### измерения - производимые одновременно измерения двух или нескольких неоднородных величин для определения зависимости между ними

+:\*овместн #\$\$

S: ... измерение - производимые одновременно измерения нескольких однородных величин, при которых искомые значения величин определяют путем решения системы уравнений, получаемых при измерениях этих величин в различных сочетаниях

-.Прямое

-.Косвенное

+:Совокупное

-.Совместное

S: ... измерения - производимые одновременно измерения двух или нескольких неоднородных величин для определения зависимости между ними

-.Прямое

-.Косвенное

+:Совместное

-.Совокупное

S: При ### измерениях искомое значение  $y$  величины находят на основании известной зависимости  $y = f(x_1; x_2; \dots x_n)$  между этой величиной и величинами  $x_1; x_2; \dots x_n$ , измеряемыми прямым методом:

+:\*освен#\$\$

S: По точности измерения делят на:

+:измерения максимальной возможной точности, достижимой при существующем уровне развития науки и техники;

+:технические измерения;

-:совместные, производимые одновременно измерения двух или нескольких неоднородных величин для определения зависимости между ними;

+:контрольно-поверочные и лабораторные измерения.

S: По физическому принципу измерения делятся на:

+:электрические, магнитные, акустические, оптические, механические и т.д.;

-:статические и динамические;

-:аналоговые и цифровые

S: По режиму взаимодействия средства и объекта измерений измерения делятся на:

-:электрические, магнитные, акустические, оптические, механические и т.д.;

+:статические и динамические;

-:аналоговые и цифровые

S: По виду измерительных сигналов измерения делятся на:

-:электрические, магнитные, акустические, оптические, механические и т.д.;

-:статические и динамические;

+:аналоговые и цифровые

S: По совокупности приемов использования принципов и средств измерений различают:

+:метод непосредственной оценки;

-:статические и динамические методы;

+:методы сравнения

S: По совокупности приемов использования принципов и средств измерений различают метод непосредственной оценки и ### :

+:\*етод## сравнен##

S: По совокупности приемов использования принципов и средств измерений различают метод ### и методы сравнения:

+:\*епосредствен#\$# оценк#\$#

+:\*етод непосредственн#\$# оценк#\$#

S: ... - прием или совокупность приемов сравнения измеряемой физической величины с ее единицей в соответствии с реализованным принципом измерений

+:Метод измерений

-:Метод непосредственной оценки

-:Метод сравнения с мерой

S: ... - метод измерений, в котором значение величины определяют непосредственно по показывающему средству измерений

-:Метод измерений

+:Метод непосредственной оценки

-:Метод сравнения с мерой

S: ... - метод измерений, в котором измеряемую величину сравнивают с величиной, воспроизводимой мерой

-:Метод измерений

-:Метод непосредственной оценки

+:Метод сравнения с мерой

S: ... - метод сравнения с мерой, в котором результирующий эффект воздействия измеряемой величины и меры на прибор сравнения доводят до нуля

+:Нулевой метод

-:Метод измерений замещением

- :Дифференциальный метод
- :Метод совпадений
- :Контактный метод измерений
- :Бесконтактный метод измерений
- :Метод противопоставления

S: ... - метод сравнения с мерой, в котором измеряемую величину замещают мерой с известным значением величины

- :Нулевой метод
- + :Метод измерений замещением
- :Дифференциальный метод
- :Метод совпадений
- :Контактный метод измерений
- :Бесконтактный метод измерений
- :Метод противопоставления

S: ... - метод измерений, при котором измеряемая величина сравнивается с однородной величиной, имеющей известное значение, незначительно отличающееся от значения измеряемой величины, и при котором измеряется разность между этими двумя величинами

- :Нулевой метод
- :Метод измерений замещением
- + :Дифференциальный метод
- :Метод совпадений
- :Контактный метод измерений
- :Бесконтактный метод измерений
- :Метод противопоставления

S: ... - метод сравнения с мерой, в котором разность между измеряемой величиной и величиной, воспроизводимой мерой, измеряют, используя совпадения отметок шкал или периодических сигналов

- :Нулевой метод
- :Метод измерений замещением
- :Дифференциальный метод
- + :Метод совпадений
- :Контактный метод измерений
- :Бесконтактный метод измерений
- :Метод противопоставления

S: ... - метод измерений, основанный на том, что чувствительный элемент средства измерений не приводится в контакт с объектом измерения

- :Нулевой метод
- :Метод измерений замещением
- :Дифференциальный метод
- :Метод совпадений
- :Контактный метод измерений
- + :Бесконтактный метод измерений
- :Метод противопоставления

S: ... - метод измерений, основанный на том, что чувствительный элемент прибора приводится в контакт с объектом измерения

- :Нулевой метод
- :Метод измерений замещением
- :Дифференциальный метод
- :Метод совпадений
- + :Контактный метод измерений
- :Бесконтактный метод измерений

-:Метод противопоставления

S: ... - метод сравнения с мерой, в котором измеряемая величина и величина, воспроизводимая мерой, одновременно воздействуют на прибор сравнения, с помощью которого устанавливается соотношение между этими величинами

-:Нулевой метод

-:Метод измерений замещением

-:Дифференциальный метод

+:Метод противопоставления

-:Метод совпадений

-:Контактный метод измерений

-:Бесконтактный метод измерений

S: ... - близость друг к другу результатов измерений одной и той же величины, выполненных повторно одними и теми же средствами, одним и тем же методом в одинаковых условиях и с одинаковой тщательностью

-:Погрешность измерения

+:Сходимость результатов измерений

-:Воспроизводимость результатов измерений

S: ... - близость результатов измерений одной и той же величины, полученных в разных местах, разными методами, разными средствами, разными операторами, в разное время, но приведенных к одним и тем же условиям измерений (температуре, влажности и др.)

-:Погрешность измерения

-:Сходимость результатов измерений

+: Воспроизводимость результатов измерений

S: ... - отклонение результата измерения от истинного (действительного) значения измеряемой величины

+: Погрешность измерения

-:Сходимость результатов измерений

-:Воспроизводимость результатов измерений

S: Сходимость измерений двух групп многократных измерений может характеризоваться: (несколько ответов)

+: размахом

+: средней квадратической погрешностью

+: средней арифметической погрешностью

-: средними квадратическими погрешностями сравниваемых рядов измерений

S: Воспроизводимость измерений может характеризоваться ...

-: размахом

+: средними квадратическими погрешностями сравниваемых рядов измерений

-: средней квадратической погрешностью

-: средней арифметической погрешностью

S: Отклонение результата измерения от истинного значения измеряемой величины называется ### измерения

+: \*\*грешност#\$#

S: ### значением физической величины называется значение, которое идеальным образом отражало бы в качественном и количественном отношениях соответствующее свойство объекта

+: \*стин#\$#

S: Абсолютные погрешности измерения выражаются

+: в единицах измеряемой величины

-: отношением абсолютной погрешности измерения к истинному значению измеряемой величины

S: Относительные погрешности измерения выражаются

-: в единицах измеряемой величины

+: отношением абсолютной погрешности измерения к истинному значению измеряемой величины

S: ... погрешности измерения выражаются в единицах измеряемой величины

-: субъективные

+: абсолютные

-: относительные

-: систематические

S: ... погрешности измерения выражаются отношением абсолютной погрешности измерения к истинному значению измеряемой величины

-: субъективные

-: абсолютные

+: относительные

-: систематические

S: Абсолютная погрешность измерения определяется

$$+: \Delta = x - x_{И}$$

$$-: \sigma = \frac{\Delta}{x_{И}}$$

$$-: \sigma_{\%} = \frac{\Delta}{x_{И}} * 100\%$$

S: Относительная погрешность измерения определяется

$$-: \Delta = x - x_H$$

$$+: \sigma = \frac{\Delta}{x_H}$$

$$-: \sigma_{\%} = \frac{\Delta}{x - x_H} * 100\%$$

S: По характеру проявления погрешности делятся на:

- : абсолютную, относительную и приведенную
- : инструментальные, методические и субъективные
- +: случайные, систематические, прогрессирующие и грубые (промахи)
- : аддитивные, мультипликативные и нелинейные
- : основную и дополнительную
- : статические и динамические

S: По способу выражения погрешности делятся на:

- : инструментальные, методические и субъективные
- +: абсолютную, относительную и приведенную
- : случайные, систематические, прогрессирующие и грубые (промахи)
- : аддитивные, мультипликативные и нелинейные
- : основную и дополнительную
- : статические и динамические

S: В зависимости от места возникновения погрешности делятся на:

- : абсолютную, относительную и приведенную
- : случайные, систематические, прогрессирующие и грубые (промахи)
- : аддитивные, мультипликативные и нелинейные
- : основную и дополнительную
- +: инструментальные, методические и субъективные

-:статические и динамические

S: По зависимости абсолютной погрешности от значений измеряемой величины погрешности делятся на:

-:абсолютную, относительную и приведенную

-:случайные, систематические, прогрессирующие и грубые (промахи)

+:аддитивные, мультипликативные и нелинейные

-:основную и дополнительную

-:инструментальные, методические и субъективные

-:статические и динамические

S: По влиянию внешних условий погрешности делятся на:

-:абсолютную, относительную и приведенную

-:случайные, систематические, прогрессирующие и грубые (промахи)

-:аддитивные, мультипликативные и нелинейные

+:основную и дополнительную

-:инструментальные, методические и субъективные

-:статические и динамические

S: В зависимости от влияния характера изменения измеряемых величин погрешности делятся на:

-:абсолютную, относительную и приведенную

-:случайные, систематические, прогрессирующие и грубые (промахи)

-:аддитивные, мультипликативные и нелинейные

-:основную и дополнительную

-:инструментальные, методические и субъективные

+: статические и динамические

S: По характеру проявления существуют:

+:случайные

-:абсолютные погрешности

-:динамические погрешности

- + : систематические погрешности
- + : прогрессирующие погрешности
- : аддитивные погрешности
- + : грубые погрешности (промахи)

S: По способу выражения существуют:

- : методические погрешности
- + : абсолютные погрешности
- : прогрессирующие погрешности
- + : относительные погрешности
- + : приведенные погрешности
- : динамические погрешности

S: В зависимости от места возникновения существуют:

- + : субъективные погрешности
- + : методические погрешности
- : мультипликативные погрешности
- : дополнительные погрешности
- + : инструментальные погрешности
- : динамические погрешности

S: По зависимости абсолютной погрешности от значений измеряемой величины существуют:

- : приведенные погрешности
- : прогрессирующие погрешности
- + : аддитивные погрешности
- + : мультипликативные погрешности
- + : нелинейные погрешности
- : статические погрешности

S: По влиянию внешних условий существуют:

- :абсолютные погрешности
- :случайные погрешности
- +:дополнительные погрешности
- +:основные погрешности
- :методические погрешности

S: В зависимости от влияния характера изменения измеряемых величин существуют:

- +:динамические погрешности
- :прогрессирующие погрешности
- :мультипликативные погрешности
- :дополнительную погрешности
- :грубые (промахи) погрешности
- +:статические погрешности

S: ... погрешностью измерения называется составляющая погрешности измерения, остающаяся постоянной или закономерно изменяющаяся при повторных измерениях одной и той же величины

- :случайной
- +:систематической
- :прогрессирующей
- :методической

S: Причиной появления систематических погрешностей могут быть:

- +:неисправности измерительной аппаратуры
- +:несовершенство метода измерений
- :возникновение сильной кратковременной помехи
- :нарушение электрического контакта

+ :отступление от нормальных условий работы

S: ... погрешностью измерения называется составляющая погрешности измерения, изменяющаяся случайным образом при повторных, измерениях одной и той же величины

- :систематической

- :прогрессирующей

+ :случайной

- :методической

S: Случайные погрешности возникают из-за:

- :несовершенство метода измерений

+ :нарушение электрического контакта

- :неисправности измерительной аппаратуры

- :отступление от нормальных условий работы

+ :возникновение сильной кратковременной помехи

S: При дальнейшей статистической обработке результатов измерения следует выявить, исключить и не учитывать:

- :случайные погрешности

+ :грубые погрешности

- :статические погрешности

S: Систематические погрешности подразделяют на:

+ :методические

+ :субъективные.

- :случайные погрешности

+ :инструментальные

- :дополнительные погрешности

S: Составляющая погрешности измерения, остающаяся постоянной или закономерно изменяющаяся при повторных измерениях одной и той же величины называется #### погрешностью измерения

+:\*стем\*тич\*ск#\$#

S: Составляющая погрешности измерения, изменяющаяся случайным образом при повторных, измерениях одной и той же величины называется #### погрешностью измерения

+:\*лучайн#\$#

S: Погрешности, происходящие от несовершенства метода измерения, использовании упрощающих предположений и допущений при выводе применяемых формул, влияния измерительного прибора на объект измерения, называются ####

+:\*ет\*дич\*ск#\$#

S: Погрешности, происходящие от несовершенства метода измерения, использовании упрощающих предположений и допущений при выводе применяемых формул, влияния измерительного прибора на объект измерения, называются ...

-:инструментальными

+:методическими

-:случайными

-:субъективными

S: Погрешности, зависящие от погрешностей применяемых средств измерения, называются ####

+:\*нструм\*нтальн#\$#

S: Критерий Райта целесообразно применять при  $n$  - числе измерений

+: $0 < n < 20$

-: $20 < n < 40$

-:  $40 < n < 60$

S: Вероятность  $P$  того, что погрешность результата измерений находится в некотором заданном интервале распределения погрешностей  $\Delta_1$  и  $\Delta_2$  записывается в виде:

$$+: P(\Delta_1 \leq \Delta \leq \Delta_2);$$

$$-: \Delta_1 \leq P \leq \Delta_2;$$

$$-: P = \Delta_1 \leq \Delta_2.$$

S: В общем случае вероятность  $P(\Delta_1 \leq \Delta \leq \Delta_2)$  лежит в интервале

$$-: \Delta_1 \leq P \leq \Delta_2;$$

$$+: 0 \leq P \leq 1;$$

$$-: -\infty \leq P \leq +\infty.$$

S: Для определения значения вероятности  $P(\Delta_1 \leq \Delta \leq \Delta_2)$  необходимо знать закон  $\rho(\Delta)$  распределения случайной погрешности  $\Delta$  называемый *распределения вероятностей* (плотностью вероятностей) случайной погрешности.

+: \*лотност#\$#

S: При известном законе распределения вероятность определяется как

$$+: P(\Delta_1 \leq \Delta \leq \Delta_2) = \int_{\Delta_1}^{\Delta_2} \rho(\Delta) d\Delta;$$

$$-: P(\Delta_1 \leq \Delta \leq \Delta_2) = \int \rho(\Delta) d\Delta;$$

$$-: \Delta_1 \leq P \leq \Delta_2 = \int_{\Delta_1}^{\Delta_2} \rho(\Delta) d\Delta;$$

$$-: P(\Delta_1 \leq \Delta \leq \Delta_2) = \int_{\Delta_2}^{\Delta_1} \rho(\Delta) d\Delta.$$

S: Вероятность нахождения погрешности  $\Delta$  на интервале всех возможных погрешностей измерения  $(-\infty, \infty)$  равна

-:0

-:-1

-:5

+:1

-:10

S: Нормальный закон распределения погрешностей определяется

$$-: \rho(x) = \frac{1}{\sigma} \exp\left(\frac{-(x - X)^2}{\sigma^2}\right);$$

$$+: \rho(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2}} \exp\left(\frac{-(x - X_{ц})^2}{2\sigma^2}\right);$$

$$-: \rho(X) = \frac{\gamma[(f_{\vartheta} + 1)/2]}{\sqrt{f\pi}\gamma(f_{\vartheta}/2)} \left(1 + \frac{X^2}{f_{\vartheta}}\right)^{\frac{-(f_{\vartheta}+1)}{2}}.$$

S: Закон распределения Стьюдента определяется

$$-: \rho(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2}} \exp\left(\frac{-(x - X_{ц})^2}{2\sigma^2}\right);$$

$$-: \rho(x) = \frac{1}{\sigma} \exp\left(\frac{-(x - X)^2}{\sigma^2}\right);$$

$$+: \rho(X) = \frac{\gamma[(f_{\vartheta} + 1)/2]}{\sqrt{f\pi}\gamma(f_{\vartheta}/2)} \left(1 + \frac{X^2}{f_{\vartheta}}\right)^{\frac{-(f_{\vartheta}+1)}{2}}.$$

S: Определенный интеграл с переменным верхним пределом  $t$

$$P(-\Delta_1 \leq \Delta \leq \Delta_1) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\Delta_1}^{\Delta_1} e^{-0,5t^2} dt \text{ называют функцией \#\#\#}.$$

+:\*аплас#\\$#

S: Определенный интеграл с переменным верхним пределом  $t$

$P(-\Delta_1 \leq \Delta \leq \Delta_1) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-0,5t^2} dt$  называют ... .

+:функцией Лапласа;

-:теоремой Ляпунова;

-:формулой Тейлора.

S: Вероятность того, что измеряемая величина  $X$  находится в заранее заданном интервале  $(\tilde{X} - \Delta, \tilde{X} + \Delta)$  называется ### вероятностью.

+:\*\*верительн#\\$#

S: Вероятность того, что измеряемая величина  $X$  находится в заранее заданном интервале  $(\tilde{X} - \Delta, \tilde{X} + \Delta)$  называется ... вероятностью.

+:доверительной;

-:случайной;

-:систематической.

S: Интервал  $(\tilde{X} - \Delta, \tilde{X} + \Delta)$ , в котором находится измеряемая величина  $X$ , называется ### интервалом.

+:\*\*верительн#\\$#

I:174

S: Интервал  $(\tilde{X} - \Delta, \tilde{X} + \Delta)$ , в котором находится измеряемая величина  $X$ , называется ... интервалом.

-:случайным;

+:доверительным;

-:определенным.

S: Доверительный интервал  $(\tilde{X} - \Delta, \tilde{X} + \Delta)$  по величине равен

-:  $\Delta$ ;

+:  $2\Delta$ ;

-:  $3\Delta$ ;

-: 1.

V1: Измерение напряжения

S: Пиковое значение — наибольшее или наименьшее значение напряжения за время измерений, превышающее период сигнала.

-: Среднее значение;

+: Пиковое значение;

-: Средневыпрямленное значение;

-: Среднеквадратичное значение.

S: Среднее значение напряжения определяется выражением

$$+: U_{cp} = \frac{1}{T} \int_0^T u(t) dt ;$$

$$-: U_{св} = \frac{1}{T} \int_0^T |u(t)| dt ;$$

$$-: U_{ск} = \left( \frac{1}{T} \int_0^T u^2(t) dt \right)^{1/2} .$$

S: Среднеквадратическое значение напряжения определяется выражением

$$-: U_{cp} = \frac{1}{T} \int_0^T u(t) dt ;$$

$$-: U_{\text{св}} = \frac{1}{T} \int_0^T |u(t)| dt ;$$

$$+: U_{\text{ск}} = \left( \frac{1}{T} \int_0^T u^2(t) dt \right)^{1/2} .$$

S: Средневыпрямленное значение напряжения определяется выражением

$$-: U_{\text{cp}} = \frac{1}{T} \int_0^T u(t) dt ;$$

$$+: U_{\text{св}} = \frac{1}{T} \int_0^T |u(t)| dt ;$$

$$-: U_{\text{ск}} = \left( \frac{1}{T} \int_0^T u^2(t) dt \right)^{1/2} .$$

S: Взаимосвязь между параметрами напряжения описывают тремя коэффициентами:

+: амплитуды;

+: формы;

-: усиления;

+: усреднения;

S: Коэффициент амплитуды, показывающий взаимосвязь между параметрами напряжения определяется выражением

$$-: K_{\phi} = U_{\text{ск}} / U_{\text{св}} ;$$

$$+: K_a = U_m / U_{\text{ск}} ;$$

$$-: K_y = U_m / U_{\text{св}} .$$

S: Коэффициент формы, показывающий взаимосвязь между параметрами напряжения определяется выражением

$$+: K_{\phi} = U_{\text{ск}} / U_{\text{св}} ;$$

$$-: K_a = U_m / U_{\text{ск}} ;$$

$$-: K_y = U_m / U_{cb} .$$

S: Коэффициент усреднения, показывающий взаимосвязь между параметрами напряжения определяется выражением

$$-: K_\phi = U_{ck} / U_{cb} ;$$

$$-: K_a = U_m / U_{ck} ;$$

$$+: K_y = U_m / U_{cb} .$$

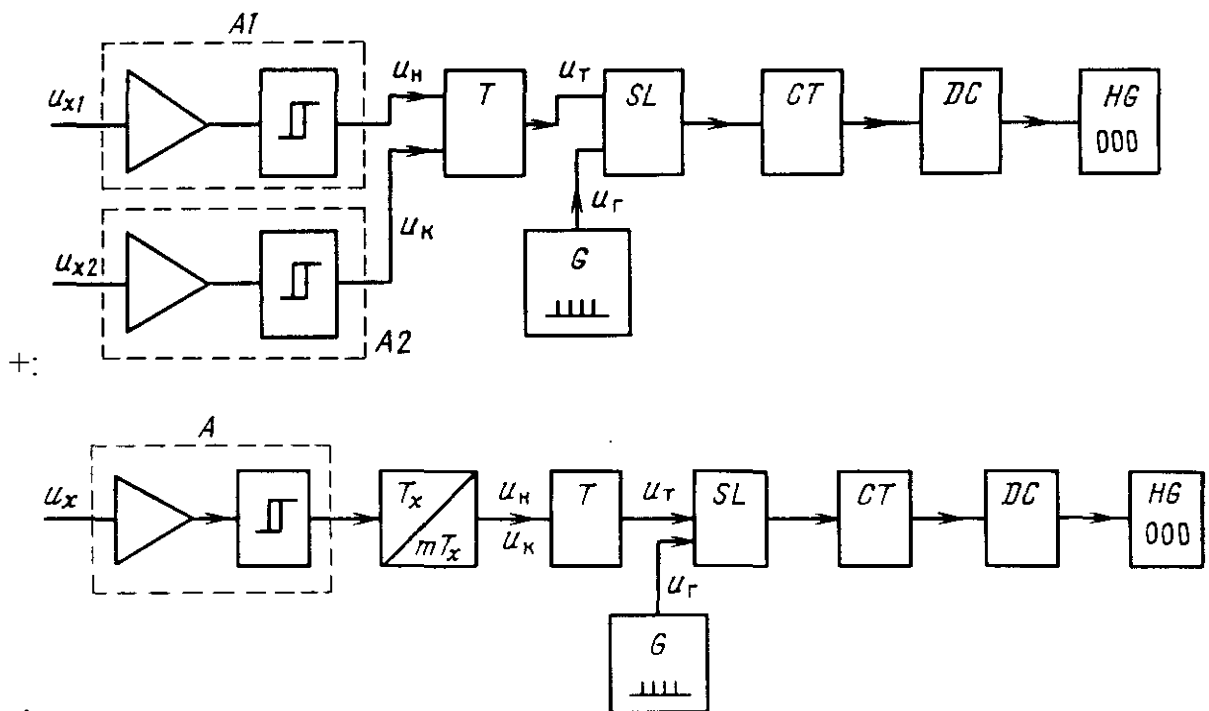
S: Взаимосвязь между параметрами напряжения, описываемая коэффициентами амплитуды, формы и усреднения, определяется выражением

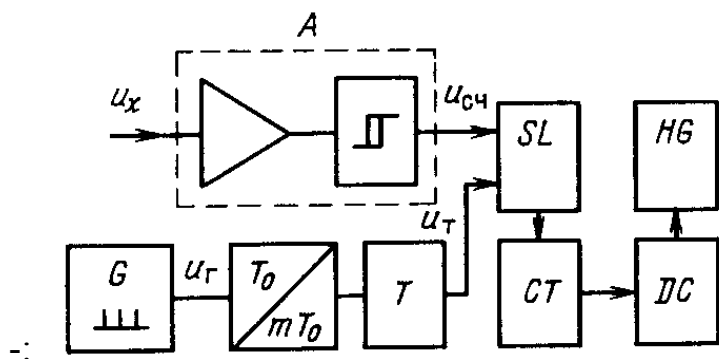
$$-: K_\phi = K_y K_a ;$$

$$-: K_a = K_\phi K_y ;$$

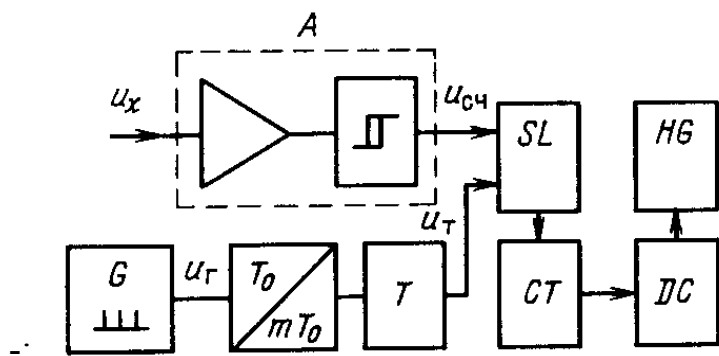
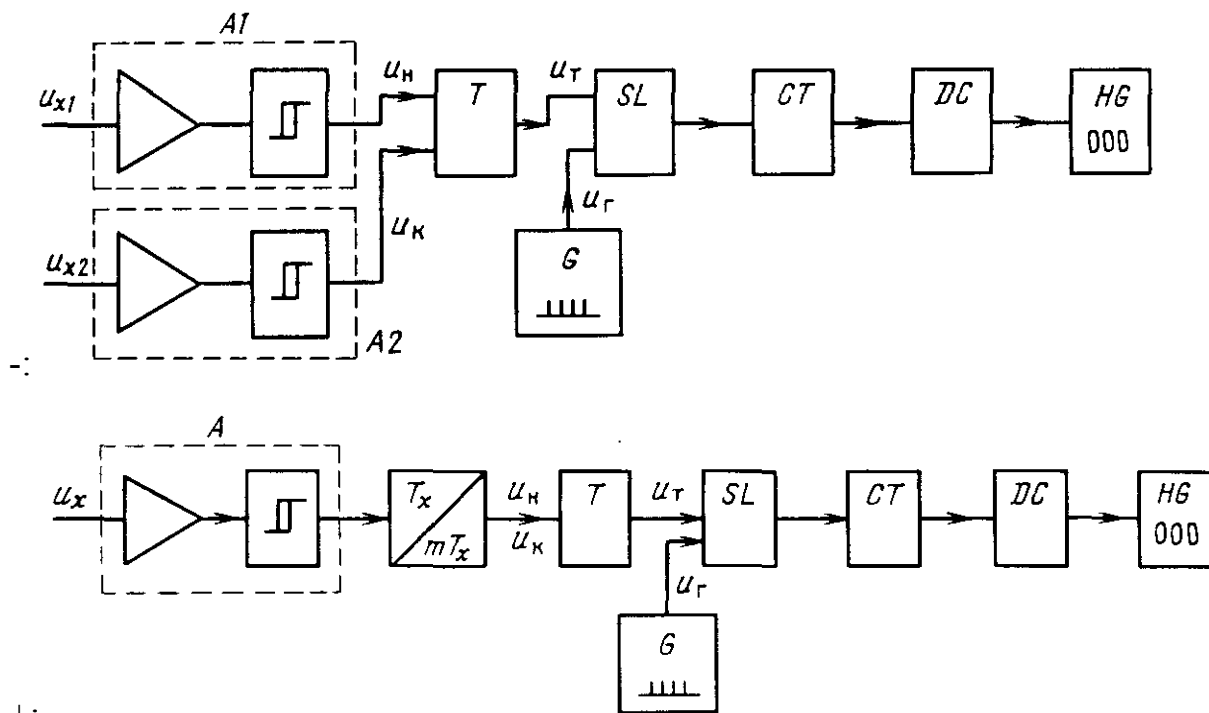
$$+: K_y = K_a K_\phi .$$

S: Структурная схема измерителя временных интервалов:

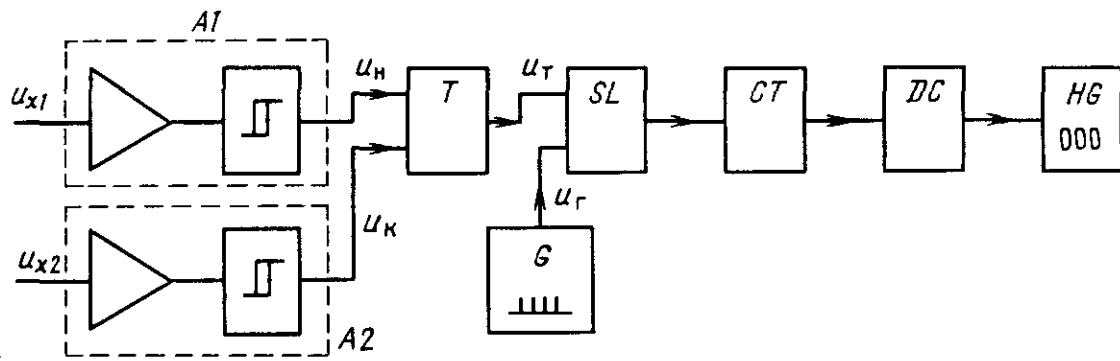




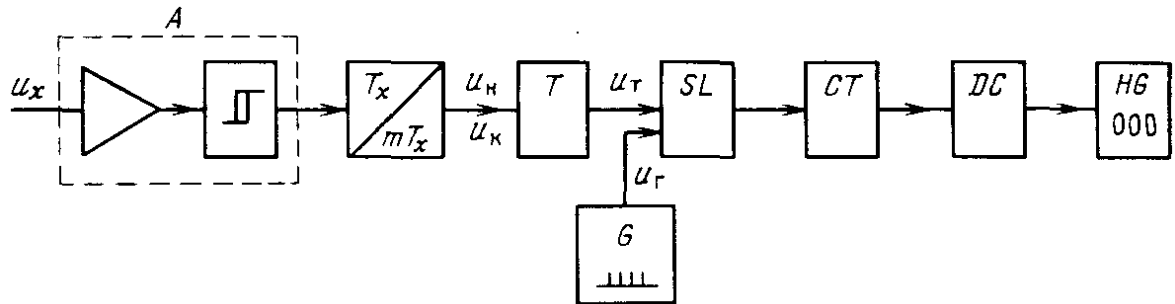
S: Структурная схема измерителя периода повторения:



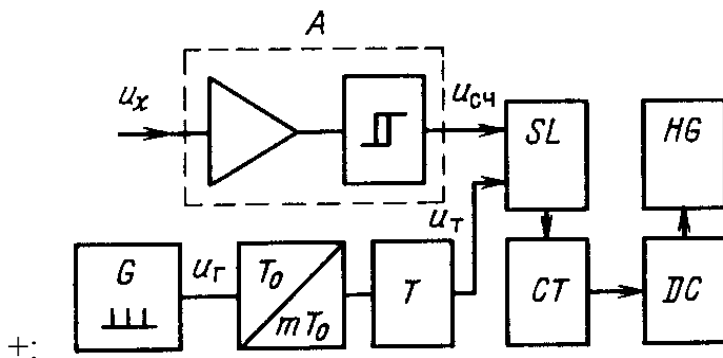
S: Структурная схема измерителя частоты:



-:



-:



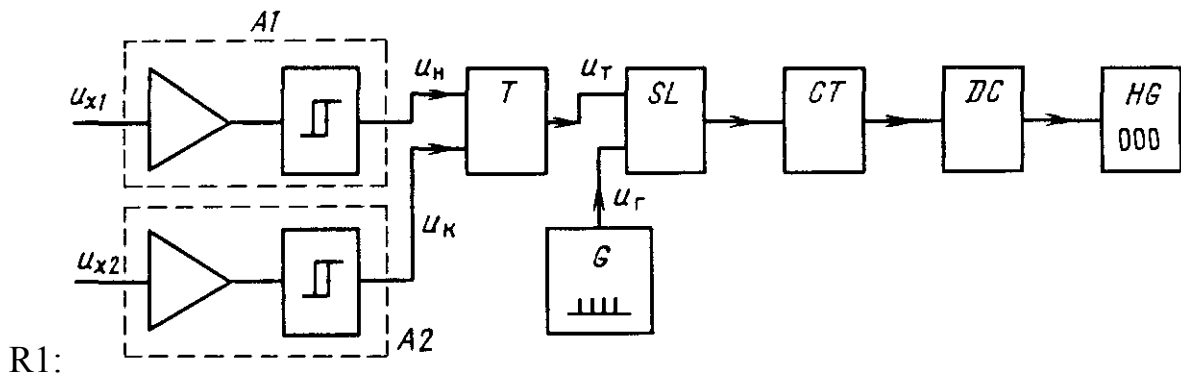
+:

S: Структурная схема измерителя:

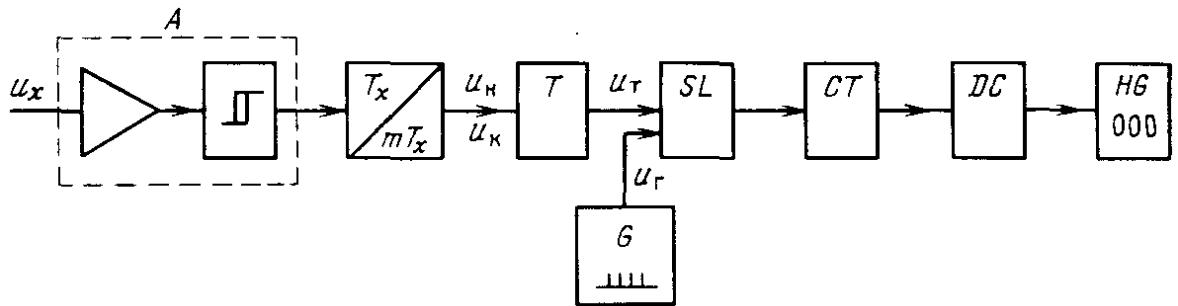
L1: временных интервалов

L2: периода повторения

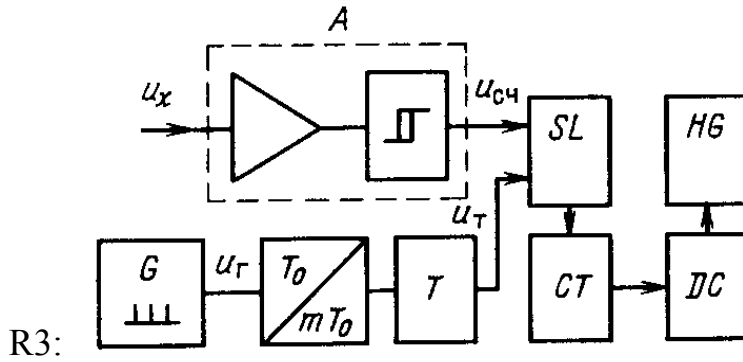
L3: частоты



R1:



R2:



R3:

S: Интервал, при измерении временных интервалов:

$$+: T_x = nT_0 - \Delta t_{\text{д}} - \Delta t_{\text{ф}} - \Delta t_3;$$

$$-: T_x = (nT_0 - \Delta t_{\text{д}} - \Delta t_{\text{ф}} - \Delta t_3) / m;$$

$$-: T_x = (nT_0 - \Delta t_{\text{д}}) / m .$$

S: Интервал, при измерении периода повторения:

$$-: T_x = nT_0 - \Delta t_{\text{д}} - \Delta t_{\text{ф}} - \Delta t_3;$$

$$+: T_x = (nT_0 - \Delta t_{\text{д}} - \Delta t_{\text{ф}} - \Delta t_3) / m;$$

$$-: T_x = (nT_0 - \Delta t_{\text{д}}) / m .$$

S: Интервал, при измерении частоты:

$$-: T_x = nT_0 - \Delta t_{\text{д}} - \Delta t_{\text{ф}} - \Delta t_3;$$

$$-: T_x = (nT_0 - \Delta t_{\text{д}} - \Delta t_{\text{ф}} - \Delta t_3) / m;$$

$$+: T_x = (nT_0 - \Delta t_{\text{д}}) / m .$$

S: Измеряемый интервал определяет

$$L1: T_x = nT_0 - \Delta t_D - \Delta t_\phi - \Delta t_3$$

$$L2: T_x = (nT_0 - \Delta t_D - \Delta t_\phi - \Delta t_3) / m$$

$$L3: T_x = (nT_0 - \Delta t_D) / m$$

R1: временной интервал

R2: период повторения

R3: время измерения частоты

S: Нониусный метод ...:

+: позволяет уменьшать обе составляющие погрешности дискретности: погрешность начала интервала и погрешность конца интервала;

-: позволяет уменьшить погрешность дискретизации за счет расширения интервала в целое число раз с последующим его измерением;

-: увеличивает погрешность дискретизации.

S: Интерполяционный метод ...:

-: позволяет уменьшать обе составляющие погрешности дискретности: погрешность начала интервала и погрешность конца интервала;

+: позволяет уменьшить погрешность дискретизации за счет расширения интервала в целое число раз с последующим его измерением;

-: увеличивает погрешность дискретизации.

S: ... метод позволяет уменьшать обе составляющие погрешности дискретности: погрешность начала интервала и погрешность конца интервала.

-: Интерполяционный;

+: Нониусный.

S: ... метод позволяет уменьшить погрешность дискретизации за счет расширения интервала в целое число раз с последующим его измерением.

+: Интерполяционный;

-: Нониусный.

S: Для двух гармонических колебаний  $u_1 = U_1 \cos(\omega_1 t + \varphi)$  и  $u_2 = U_2 \cos(\omega_2 t + \varphi)$  разность фаз определяют как

-:  $\varphi = (\omega_1 - \omega_2)t$  ;

+:  $\varphi = (\omega_1 - \omega_2)t + \varphi_1 - \varphi_2$  ;

-:  $\varphi = (\varphi_1 - \varphi_2)t$  .

S: Если частоты колебаний двух гармонических колебаний  $u_1 = U_1 \cos(\omega_1 t + \varphi)$  и  $u_2 = U_2 \cos(\omega_2 t + \varphi)$  одинаковы, то разность фаз определяют как

-:  $\varphi = (\omega_1 - \omega_2)t$  ;

-:  $\varphi = (\omega_1 - \omega_2)t + \varphi_1 - \varphi_2$  ;

+:  $\varphi = \varphi_1 - \varphi_2$  .

S: Для увеличения разрешающей способности фазометров прибегают к методу...

-: деления частоты;

-: умножения частоты;

+: разности частот.

S: Измеряемая разность фаз в методе умножения частоты определяется как

-:  $\varphi = (\Phi_2 - \Phi_1) / n$  ;

$$+: \varphi = \psi / n + (\Phi_2 - \Phi_1) / n ;$$

$$-: \varphi = \varphi_1 - \varphi_2 .$$

S: При гетеродинном преобразовании разность фаз определяется выражением

$$-: \varphi = (\Phi_2 - \Phi_1) / n ;$$

$$-: \varphi = \psi - \Phi_1 + \Phi_2 ;$$

$$-: \varphi = \psi / n + (\Phi_2 - \Phi_1) / n ;$$

$$-: \varphi = \varphi_1 - \varphi_2 .$$

S: При стробоскопическом преобразовании разности фаз период повторения стробирующих импульсов равен

$$+: T_{\Gamma} = nT_x + \Delta t_c ;$$

$$-: T_{\Gamma} = n + \Delta t_c ;$$

$$-: T_{\Gamma} = nT_x .$$

S: При измерении разности фаз путем преобразования ее во временной интервал разность фаз определяется выражением

$$+: \varphi = 360T_x / T \approx m \setminus n ;$$

$$-: \varphi = T_x / T ;$$

$$-: \varphi = 360m \setminus n .$$

S: Измерение разности фаз путем преобразования ее во временной интервал заключается в

-: определении периода повторения измерительного или опорного сигнала;

-: определении временного интервала;

+: определении периода повторения измерительного или опорного сигнала и временного интервала.

S: При измерении разности фаз путем преобразования ее во временной интервал период повторения опорного сигнала определяется

$$+: T = nT_0 - \Delta t_n + \Delta t_k ;$$

$$-: T = nT_0 + \Delta t_n + \Delta t_k ;$$

$$-: T = \Delta t_n + \Delta t_k .$$

S: При измерении разности фаз путем преобразования ее во временной интервал измеряемый интервал определяют выражением

$$+: T = mT_0 - \Delta t_n' + \Delta t_k' ;$$

$$-: T = mT_0 ;$$

$$-: T = \Delta t_n' + \Delta t_k' .$$

S: При измерении разности фаз путем преобразования ее в постоянное напряжение среднее значение напряжения определяют

$$+: U_{cp} = U_0 T_x / T ;$$

$$-: U_{cp} = U_0 T_x / T + U_1 ;$$

$$-: U_{cp} = T_x / T .$$

### Вопросы, выносимые на коллоквиумы

#### Коллоквиум 1

1. Микропроцессорные измерительные приборы, их преимущества и недостатки по сравнению с традиционными аналоговыми средствами измерения.
2. Основные направления использования микропроцессоров в измерительной технике.
3. Компьютерные измерительные устройства, область их применения.
4. Структурная схема аналогового универсального осциллографа. Канал Y. Двухканальные и двухлучевые ЭЛО.
5. Структурная схема аналогового универсального осциллографа. Канал X. Режимы работы развертки и синхронизации.
6. Метод калиброванных шкал и компенсационный метод измерения напряжения с помощью осциллографа.

7. Двойная развертка осциллографа, ее использование для измерения временных интервалов компенсационным методом.
8. Осциллографический метод измерения путем сравнения с эталоном (метод электронных меток). Аналоговый осциллограф с цифровым измерительным блоком.
9. Цифровой осциллограф, принцип действия, структурная схема, индикаторы.
10. Режимы работы и дополнительные функциональные возможности цифрового осциллографа, методы повышения точности измерений.
11. Особенности оперативной памяти цифрового осциллографа, режимы запоминания, предзапуска и послезапуска.
12. Общие вопросы анализа спектров. Классификация методов спектрального анализа.
13. Параллельный анализатор спектра. Вычислительный анализатор спектра.
14. Структурная схема анализатора спектра последовательного типа.
15. Точность измерения спектров периодических сигналов с помощью анализатора последовательного типа, причины искажения спектрограмм.
16. Методы измерения амплитуд и частот гармоник на экране анализатора спектра последовательного типа. Области использования стандартных анализаторов спектра.
17. Основные параметры анализатора спектра последовательного типа. Разрешающая способность анализатора спектра. Динамическая разрешающая способность.

### **Коллоквиум 2**

1. Измерение коэффициента гармоник и коэффициента нелинейных искажений. Аналоговые и цифровые ИНИ.
2. Классификация методов измерения параметров радиосигналов. Методы измерения коэффициента амплитудной модуляции и девиации частоты. Модулометры и девиометры.
3. Осциллографический и компенсационный методы измерения фазового сдвига. Фазовые детекторы.
4. Метод измерения фазового сдвига преобразованием в напряжение и во временной интервал. Его реализация в аналоговых и цифровых приборах, цифровой фазометр с усреднением (интегрирующий фазометр)
5. Осциллографический, гетеродинный и резонансный методы измерения частоты.
6. Измерение частоты методом дискретного счета. Электронносчетный частотомер.
7. Измерение периода и временных интервалов методом дискретного счета с помощью ЭСЧ.
8. Погрешности метода дискретного счета и пути их уменьшения. Комбинированный способ измерения частоты.
9. Методы измерения АЧХ. Измерения АЧХ в дискретных точках, погрешности метода.
10. Структурная схема панорамного измерителя АЧХ. Параметры измерителя. Динамические искажения при измерении АЧХ.
11. 26 Измерение уровня и частоты отдельных точек АЧХ на экране панорамного измерителя
12. Погрешности панорамного метода измерения АЧХ.
13. Микропроцессорные измерители АЧХ. Структурная схема, алгоритм калибровки и измерений.

14. Измерительные системы. Классификация, структурные схемы.
15. Основные типы интерфейсов, используемых в измерительных системах, их сравнительный анализ и особенности.
16. Приборный интерфейс GPIB, его свойства и параметры. Назначение линий интерфейса GPIB.
17. Назначение сигналов шин приборного интерфейса. Алгоритм передачи байта данных по интерфейсу GPIB.
18. Команда интерфейса GPIB, процесс передачи команд по интерфейсу. Интерфейсные функции, адресация приборов.

## **1.2 Оценочные материалы для промежуточной аттестации**

Зачет проводится по билетам. В каждом билете 2 теоретических вопроса.

### **Вопросы к зачету**

1. Микропроцессорные измерительные приборы, их преимущества и недостатки по сравнению с традиционными аналоговыми средствами измерения.
2. Основные направления использования микропроцессоров в измерительной технике.
3. Компьютерные измерительные устройства, область их применения.
4. Структурная схема аналогового универсального осциллографа. Канал Y. Двухканальные и двухлучевые ЭЛО.
5. Структурная схема аналогового универсального осциллографа. Канал X. Режимы работы развертки и синхронизации.
6. Метод калиброванных шкал и компенсационный метод измерения напряжения с помощью осциллографа.
7. Двойная развертка осциллографа, ее использование для измерения временных интервалов компенсационным методом.
8. Осциллографический метод измерения путем сравнения с эталоном (метод электронных меток). Аналоговый осциллограф с цифровым измерительным блоком.
9. Цифровой осциллограф, принцип действия, структурная схема, индикаторы.
10. Режимы работы и дополнительные функциональные возможности цифрового осциллографа, методы повышения точности измерений.
11. Особенности оперативной памяти цифрового осциллографа, режимы запоминания, предзапуска и послезапуска.
12. Общие вопросы анализа спектров. Классификация методов спектрального анализа.
13. Параллельный анализатор спектра. Вычислительный анализатор спектра.
14. Структурная схема анализатора спектра последовательного типа.
15. Точность измерения спектров периодических сигналов с помощью анализатора последовательного типа, причины искажения спектрограмм.
16. Методы измерения амплитуд и частот гармоник на экране анализатора спектра последовательного типа. Области использования стандартных анализаторов спектра.
17. Основные параметры анализатора спектра последовательного типа. Разрешающая способность анализатора спектра. Динамическая разрешающая способность.

18. Измерение коэффициента гармоник и коэффициента нелинейных искажений. Аналоговые и цифровые ИНИ.
19. Классификация методов измерения параметров радиосигналов. Методы измерения коэффициента амплитудной модуляции и девиации частоты. Модулометры и девиометры.
20. Осциллографический и компенсационный методы измерения фазового сдвига. Фазовые детекторы.
21. Метод измерения фазового сдвига преобразованием в напряжение и во временной интервал. Его реализация в аналоговых и цифровых приборах, цифровой фазометр с усреднением (интегрирующий фазометр)
22. Осциллографический, гетеродинный и резонансный методы измерения частоты.
23. Измерение частоты методом дискретного счета. Электронносчетный частотомер.
24. Измерение периода и временных интервалов методом дискретного счета с помощью ЭСЧ.
25. Погрешности метода дискретного счета и пути их уменьшения. Комбинированный способ измерения частоты.
26. Методы измерения АЧХ. Измерения АЧХ в дискретных точках, погрешности метода.
27. Структурная схема панорамного измерителя АЧХ. Параметры измерителя. Динамические искажения при измерении АЧХ.
28. Измерение уровня и частоты отдельных точек АЧХ на экране панорамного измерителя
29. Погрешности панорамного метода измерения АЧХ.
30. Микропроцессорные измерители АЧХ. Структурная схема, алгоритм калибровки и измерений.
31. Измерительные системы. Классификация, структурные схемы.
32. Основные типы интерфейсов, используемых в измерительных системах, их сравнительный анализ и особенности.
33. Приборный интерфейс GPIB, его свойства и параметры. Назначение линий интерфейса GPIB.
34. Назначение сигналов шин приборного интерфейса. Алгоритм передачи байта данных по интерфейсу GPIB.
35. Команда интерфейса GPIB, процесс передачи команд по интерфейсу. Интерфейсные функции, адресация приборов.