

Федеральное агентство связи

Государственное образовательное учреждение высшего  
профессионального образования  
«Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики»

**Кафедра ЛС и ИТС**

**«УТВЕРЖДАЮ»**

Заведующий кафедрой ЛС и ИТС

\_\_\_\_\_ д.т.н., проф. Андреев В.А.

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2010 г.

**МЕТОДИЧЕСКАЯ РАЗРАБОТКА  
К ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ № 7**

по учебной дисциплине: М,С и С

Тема: **«Изучение аналоговых вольтметров»**

Обсуждено на заседании кафедры

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2010 г.

протокол №

## 1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

1. Изучить основные технические данные, устройство и структурные схемы вольтметров ВЗ-38 (ВЗ-56), В4-12 (В4-13), В7-17, Ц4341 (АВ0-5М).
2. Приобрести практические навыки в измерении несинусоидальных напряжений вольтметрами различных систем.
3. Научиться правильно и обоснованно выбирать вольтметры, обеспечивающие наилучшую достоверность данного измерения,

## 2. ЛИТЕРАТУРА

1. Метрология и электрорадиоизмерения в телекоммуникационных системах: Учебник для вузов / В.И. Нефедов, В.И. Хахин, Е.В. Федорова и др.; Под ред. В.И. Нефедова. – М.: Высш. шк., 2005
2. Метрология и электрорадиоизмерения в телекоммуникационных системах: Учебник для вузов / В.И. Нефедов, В.И. Хахин, Е.В. Федорова и др.; Под ред. В.И. Нефедова. – М.: Высш. шк., 2001, с.124-140..
3. Хромой Б.П., Кандинов А.В. и др. Метрология, стандартизация и измерения в технике связи./ Под ред. Хромого Б.П. Москва.. "Ра-дио и связь", 1986, с.85-111.
4. Кушнир Ф.В. Электрорадиоизмерения. - Л.: Энергоатомиздат 1993,с.31-32.49-52,61-84,
5. Мирский Г.Я, Электронные измерения - М.: Радио и связь. 1986.с.152-176.

## 3. ПОДГОТОВКА К РАБОТЕ

1. Изучить основные технические данные вольтметров Ц4314 (АВ0-5М), ВЗ-38 (ВЗ-56), ВЗ-48, В4-12. В7-17,
2. Определить после изучения литературы на какое значение переменного напряжения откликаются индикаторы переменных вольтметров.
3. Определить тип входа изучаемых вольтметров.
4. Решить задачи билета, находящиеся в прил.1. Номер билета соответствует номеру бригады. Решение задач привести в конспекте по лабораторным работам.
5. Подготовить конспект, который должен содержать ответы на контрольные вопросы раздела 4.
6. Подготовить бланк отчета, который должен содержать таблицы для записи измеряемых величин.

#### 4. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что такое постоянная составляющая, средневыпрямленное, среднеквадратическое и максимальное значения переменного напряжения и как их определить, если известна форма сигнала?
2. Как определить коэффициенты формы и амплитуды, если известна форма сигнала?
3. Как обозначаются электромеханические приборы и на какое значение переменного напряжения они откликаются: магнитоэлектрической системы, электромагнитной системы, электродинамической системы, электростатической системы?
4. Каковы основные структурные схемы электронных вольтметров?
5. Какому значению переменного напряжения пропорциональны показания приборов, содержащих; преобразователь средневыпрямленных значений, преобразователь среднеквадратических значений, преобразователь максимальных (пиковых) значений?
6. Чем отличается закрытый вход вольтметра от открытого? В чем преимущество закрытого входа и в чем его недостаток?
7. Каким образом производится градуировка измерительных приборов и чему равен градуировочный коэффициент; при совпадении отклика прибора и градуировки, при несовпадении отклика и градуировки?
8. Как определяются абсолютные, относительные и приведенные погрешности измерительных вольтметров? Что такое класс точности прибора?
9. От чего зависят основная и дополнительная погрешности измерений вольтметрами?
10. Каков алгоритм определения показаний вольтметров?

#### 5. СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

1. Определить приведенную погрешность всех исследуемых вольтметров в трех точках шкалы и сравнить ее с классом точности.
2. Исследовать зависимость показаний вольтметров различных систем от формы сигнала. По данным исследований рассчитать характеристики напряжения для заданной формы сигнала.
3. Снять амплитудно-частотные характеристики исследуемых вольтметров.

## 6. СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

Отчет должен содержать:

1. Титульный лист с указанием кафедры, наименованием работы. Ф.И.О. студента, номера учебной группы.
2. Цель работы.
3. Таблицы с результатами измерений.
4. Результаты расчетов.
  - абсолютной, приведенной погрешностей и класса точности, занесенные в табл.2;
  - постоянной составляющей, максимального, среднеквадратического, средневыпрямленного, коэффициентов формы и амплитуды для заданной формы напряжения, приведенные в табл.б;
  - нормированных амплитудно-частотных характеристик исследуемых вольтметров.
5. По результатам выполненных расчетов сделать выводы;
  - о соответствии расчетных классов точности паспортным;
  - о характере АЧХ исследуемых вольтметров.
6. Подпись и дата выполнения работы.

## 7. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ РАБОТЫ

### 7.1. По домашнему заданию

Технические данные, описание структурной схемы исследуемых вольтметров даны в приложении 3 к настоящей лабораторной работе.

### 7.2. По лабораторному заданию

7.2.1. Ознакомиться с органами управления на передней панели генератора Гб-27 и с лицевой панелью лабораторного макета. Нужно значение частоты генератора устанавливается ручкой плавной установки частоты "ЧАСТОТА" "Hz" и переключателем "МНОЖИТЕЛЬ". Отсчет частоты производится путем перемножения показаний по шкале частот и показаний " МНОЖИТЕЛЬ ". Плавная регулировка уровня выходного сигнала на основном выходе "С3" производится ручкой в пределах не менее 20 дБ. Форма выходного сигнала на основном выходе определяется положением переключателя. Напряжение заданной формы, величины и чистоты с генератора Гб-27 подается на входные клеммы макета

7.2.2. Подготовить приборы к работе, для чего:

- приборы В3-38 (В3-56), В7-17, Ц4314 установить на предел ЗВ. Отсчет по В3-48 производится по шкале ЗмВ с учетом выносного делителя 1/1000;
- включить приборы и дать прогреться в течение 5 мин.

7.2.3. Определить приведенную погрешность и класс точности всех вольтметров в трех точках шкалы ЗВ и сравнить ее с нормативных классом точности, указанным в технических характеристиках каждого вольтметра, для чего:

- установить на генераторе Гб-27 синусоидальный сигнал, значение частоты и напряжение для каждой бригады, указанной в табл,1, (величину напряжения контролировать по образцовому цифровому вольтметру типа В7- );

Таблица 1

№№	№ бригады	1	2	3	4	5	6	7	8
№1 6	Частота синус. сигнала с Гб-27.Гц	1300	1700	1200	1900	1100	2100	1600	1800
2а 2б 2в	Напряжение на образцовом вольтметре В7-, В	0,5 1,5 3	1 2 3	1,5 2 3	1 2 3	0,5 2 3	1 2,5 3	1,5 2,5 3	0,5 2 3

- изменяя напряжение на выходе генератора Гб-27, снять показания всех вольтметров, данные измерения занести в табл.2;
- контроль формы сигнала производить с помощью осциллографа;

Типы вольтметров	Число измерений	Образц. В7-	Поверяемые				
			В3-38 (В3-56)	В3-48	В7-17	В4-12 (В4-13)	Ц4314 (АВО-5м)
Показания приборов	а						
	б						
	в						
Абсолютная погрешность	а						
	б						
	в						
Приведенная погрешность	а						
	б						
	в						
Значение класса точности	эксперт						
	нормат.						
Вывод о пригодности проверяемых вольтметров							
Запись результата измерений	а						
	б						
	в						

При расчете погрешностей и экспериментального класса точности в качестве образцового использовать цифровой прибор типа В7-.

7.2.4. Определить зависимость показаний вольтметров различных систем от формы сигнала, для чего:

- установить на выходе генератора Г6-27 напряжение и частоту, соответствующие указанным для каждой бригады в табл.3

Таблица 3

№ бригады	1	2	3	4	5	6	7	8
Напряжение, В	3	2,5	2,5	2	2,5	3	3	2
Частота, Гц	3200	2700	1800	2400	3600	4200	2900	2500

- коммутируя на генераторе Гб-27 поочередно формы сигналов, снять показания всех вольтметров;  
Данные измерения занести в табл. 4

Таблица 4

№ вольтметры	В7-	Ц4314 (АВО-5м)	В3-38 (В3-56)	В3-48	В4-12 (В4-13)	В7-17
1. Условное обозначение системы						
2. Система выбора						
3. Значение перемен. напряжения, на которое откликается прибор						
4. Значение перемен. напряжения, в котором отградуирован прибор						
5. Значение коэффициента градуировки						
6. Тип входа						
7. Измеряемое напряжение						

3. Что покажет термоэлектрический вольтметр при подаче на его вход сигнала, изображенного на рис. 1з, если  $U_m = 5 \text{ В}$ ?
4. Что покажет вольтметр с открытым входом, содержащий квадратичный детектор, проградуированный в среднеквадратических значениях синусоидального сигнала, если на его вход подан сигнал, изображенный на рис. 1д, где  $U = 10 \text{ В}$ ,  $t = 4 \text{ мс}$ ,  $T = 8 \text{ мс}$ ?
5. Два вольтметра включены параллельно в цепь с несинусоидальным напряжением, их показания соответственно равны  $U_1 = 2 \text{ В}$  и  $U_2 = 12 \text{ В}$ , Определить постоянную сдвигаемую несинусоидального напряжения, если первый прибор имеет закрытый вход и квадратичный детектор, а второй - открытый вход и квадратичный детектор.

## Билет N 2

1. Два вольтметра: класса точности 0,5 с пределом 750 В и класса точности 2,5 с пределом 100 В, включены параллельно и показали соответственно 97 и 93 В. Какое из двух измерений точнее и могут ли их показания так сильно отличаться?
2. Что покажет магнитоэлектрический прибор, если на его вход подан сигнал, изображенный на рис. 1б, при  $U_m = 10 \text{ В}$ ,  $t = 2 \text{ мкс}$ ,  $T = 6 \text{ мкс}$ ?
3. Что покажет электромагнитный вольтметр, если на его вход подан сигнал, изображенный на рис. 1ж, при  $U_1 = 3 \text{ В}$ ,  $U_2 = 15 \text{ В}$ ?
4. Что покажет выпрямительный вольтметр с двухполупериодной схемой выпрямления, проградуированный в среднеквадратических значениях синусоидального сигнала, если на его вход подан сигнал, изображенный на рис. 1г, где  $U_m = 8 \text{ В}$ ,  $t = 4 \text{ мс}$ ,  $T = 3 \text{ мс}$ .
5. Два вольтметра включены параллельно в цепь с несинусоидальным напряжением, их показания соответственно равны  $U_1 = 3 \text{ В}$ ,  $U_2 = 15 \text{ В}$ , Определить постоянную слагаемую несинусоидального напряжения и максимальное значение переменной составляющей, если первый прибор имеет закрытый вход, пиковый детектор, проградуирован в максимальных значениях, а второй является электродинамическим?

## Билет N 3

1. Определить абсолютную, относительную, приведенную погрешности и класс точности аналогового вольтметра, если на пределе



3 В его показание равно 2,68 В, а показание цифрового вольтметра составляет 2,72 В. Погрешностью цифрового вольтметра пренебречь. Сделать запись результата измерения.

2. Что покажет магнитоэлектрический прибор, если на его вход подан сигнал, изображенный на рис.1в, при  $U_m=20$  В,  $t=5$  мкс,  $T=20$  мкс?

3. Что покажет электростатический вольтметр, если на его вход подан сигнал, изображенный на рис.1з, при  $U_m=16$  В,  $t=7$  мкс,  $T=14$  мкс?

4. Что покажет вольтметр, имевший пиковый детектор с открытым входом, проградуированный в максимальных значениях, если на его вход подан сигнал, изображенный на рис.1б, где  $U_m=12$  В,  $t=3$  мс,  $T=9$  мс?

5. Два вольтметра включены параллельно в цепь с несинусоидальным напряжением, их показания соответственно равны  $U_1=0,8$  В,  $U_2=5,4$  В. Определить постоянную слагаемую несинусоидального напряжения, если первый прибор имеет закрытый вход и квадратичный детектор, а второй является термоэлектрическим.

#### Билет №4

1. При поверка вольтметра с пределом измерения 10 В по образцовому прибору с классом точности 0,2 поверяемый вольтметр показал 7,8 В, а образцовый 7,95 В. Определить класс точности поверяемого вольтметра, считая погрешность в этой точке максимальной. Сделать запись результата измерения.

2. Что покажет магнитоэлектрический прибор, если на его вход подан сигнал  $U(t)=8 + 4\sin \omega t + 2\cos(3 \omega t + 20^\circ)$  ?

3. Что покажет электродинамический вольтметр, если на его вход подан сигнал, изображенный на рис.1в. при  $U_m=20$  В,  $t=10$  мкс,  $T=40$  мкс ?

4. Что покажет вольтметр, имеющий пиковый детектор с закрытым входом, проградуированный в среднеквадратических значениях, если на его вход подан сигнал, изображенный на рис.1а, где  $U_m=12$  В,  $t=3$  мс,  $T=9$  мс ?

5. Два вольтметра включены параллельно в цепь с несинусоидальным напряжением, их показания равны  $U_1=6$  В,  $U_2=8.4$  В. Определить постоянную составляющую и среднеквадратическое значение переменных составляющих несинусоидального напряже-

ния, если первый прибор имеет закрытый вход и квадратичный детектор, а второй является электростатическим.

## Билет N 5

1. Какого класса и с каким пределом измерения следует выбрать вольтметр, чтобы измерить напряжение до 150 В с относительной погрешностью, не превышающей 2,5 %?
2. Что покажет магнитоэлектрический прибор, если на его вход подан сигнал, изображенный на рис. 1г, при  $U_m = 10$  В,  $t = 3$  мкс,  $T = 15$  мкс?
3. Что покажет термоэлектрический вольтметр, если на его вход подан сигнал, изображенный на рис. 1а, при  $U_m = 4$  В,  $t = 2$  мкс,  $T = 4$  мкс?
4. Что покажет выпрямительный вольтметр с однополупериодным выпрямлением, проградуированный в среднеквадратических значениях, при подаче на его вход сигнала, изображенного на рис. 1з, где  $U_m = 5$  В,  $t = 2$  мс,  $T = 4$  мс?
5. Два вольтметра включены параллельно в цепь с несинусоидальным напряжением, их показания соответственно равны  $U_1 = 4$  В,  $U_2 = 30$  В. Определить постоянную слагаемую, если первый прибор имеет закрытый вход, пиковый детектор проградуирован в максимальных значениях синусоидального сигнала, а второй прибор является электромагнитным.

## Билет N6

1. Определить класс точности вольтметра с пределом измерения 15 В, если его показание равно 12,6 В, а цифрового вольтметра — 12,87 В. Погрешностью цифрового вольтметра пренебречь. Сделать запись результата измерения.
2. Что покажет магнитоэлектрический прибор, если на его вход подан сигнал, изображенный на рис. 1д, при  $U_m = 6$  В,  $t = 12$  мкс,  $T = 24$  мкс?
3. Что покажет электродинамический вольтметр, если на его вход подан сигнал, изображенный на рис. 1б, при  $U_m = 20$  В,  $t = 4$  мкс,  $T = 16$  мкс?
4. Что покажет вольтметр, содержащий пиковый детектор с закрытым входом и проградуированный в максимальных значениях

синусоидального сигнала, при подаче на его вход сигнала, изображенного на рис. 1е, где  $U_m=3$  В,  $t=5$  мс,  $T=10$  мс?

5. Два вольтметра включены параллельно в цепь с несинусоидальным напряжением, их показания соответственно равны 12 В и 13.4 В. Определить постоянную слагаемую и среднеквадратическое значение переменных составляющих, если первый прибор является магнитоэлектрическим, а второй - термоэлектрическим.

#### Билет N 7

1. Показание аналогового вольтметра с классом точности 2,5 и пределом 3 В равно 1,76 В. Определить пределы допустимой абсолютной, относительной и приведенной погрешностей. Сделать запись результата измерения.
2. Что покажет магнитоэлектрический прибор, если на его вход подан сигнал, изображенный на рис. 1е, если  $U = 8$  В,  $t = 6$  мкс,  $T = 12$  мкс?
3. Что покажет электростатический вольтметр, если на его вход подан сигнал, изображенный на рис. 1ж, при  $U_1 = 1$  В,  $U_2 = 9$  В?
4. Что покажет вольтметр с закрытым входом, имеющий двухполупериодный детектор средневыпрямленных значений и проградуированный в среднеквадратических значениях синусоидального сигнала, при подаче на его вход сигнала, изображенного на рис. 1а.  $U_m=12$  В,  $t=3$  мкс,  $T=9$  мкс?
5. Два вольтметра включены параллельно в цепь с несинусоидальным напряжением, их показания соответственно равны  $U_1 = 10$  В и  $U_2 = 16$  В. Определить максимальное значение переменной слагаемой и среднеквадратическое значение несинусоидального напряжения, если первый прибор - магнитоэлектрический, а второй имеет открытый вход, пиковый детектор и проградуирован в максимальных значениях синусоидального напряжения.

#### Билет N 8

1. В результате измерения напряжения вольтметром с пределом 5 В и классом точности 2,5 получено напряжение 4,65 В, Определить абсолютную, относительную погрешности и сделать запись результата измерения,
2. Что покажет магнитоэлектрический прибор, если на его вход подан сигнал, изображенный на рис. 1ж, если  $U_1 = 2$  В,  $U_2 = 12$  В?
3. Что покажет электромагнитный вольтметр, если на его вход подан сигнал, изображенный на рис. 1д, при  $U_m = 8$  В,  $t = 4$  мкс,  $T = 8$  мкс?

## ВОЛЬТМЕТР УНИВЕРСАЛЬНЫЙ В7-17

Вольтметр универсальный В7-17 предназначен для измерения постоянного, переменного синусоидального напряжения и активного сопротивления. При измерении переменных напряжений прибор откликается на максимальное значение, шкала прибора проградуирована в среднеквадратических значениях синусоидального напряжения, вход закрытый,

## Технические характеристики

1. Диапазон измерения постоянного напряжения от 30 мВ до 1000 В перекрывается пределами 0,3; 1; 3; 100; 300 В прибор и до 1000 В применением внешнего делителя ДН-5000 (1: 1000).
2. Диапазон измерения переменного Напряжения от 200 мВ до 1000В через входные клеммы перекрывается пределами 1; 3; 10; 100; 300 В в частотном диапазоне от 20 Гц и до 20 кГц и до 1000 В с применением внешнего делителя ДН-500 (1. 1000) в частотном диапазоне от 20 Гц до 3 кГц.
3. Диапазоны измерения переменного напряжения от 200 мВ до 1000В с пробником перекрываются пределами 1; 3; 30; 100 В прибора в частотном диапазоне от 1 кГц до 1000 МГц и до 300-1000 В с применением внешнего делителя ДН-501 (1,100) в частотном диапазоне от 3 кГц до 300 МГц.
4. Диапазон измерения сопротивления постоянному току от 100 Ом до 1000 МОм.
5. Основная погрешность измерения, выраженная в % от конечного значения рабочей части шкалы, не превышает;
  - а) при измерении постоянного тока  $\pm 2,5\%$  на пределах 0,3 - 300В;  $\pm 4\%$  до 1000 В с применением внешнего делителя ДН — 500 (1; 1000);
  - б) при измерении переменных напряжений на низкочастотном входе  $\pm 4\%$  на пределах 1-300 В в диапазоне частот 20Гц - 20 кГц; 6% на пределе 1000 В в диапазоне частот 20 Гц - 3 кГц;
  - в) при измерении переменных напряжений высококачественным пробником  $\pm 4\%$  в диапазоне частот 1кГц - 100 МГц
  - г) при измерении переменных напряжений высококачественным пробником с внешним делителем ДН-501+6% в диапазоне частот 3 кГц-100 МГц.

6. Активное входное сопротивление прибора при измерении постоянного напряжения не менее 30 МОм; при измерении переменного напряжения не менее 30 Мом, при измерении переменного напряжения не менее 5 МОм на частоте 5 кГц через входные клеммы: не менее 75кОм на  $f = 100$  МГц с пробником.
7. Входная емкость прибора не превышает 20 пф при измерении через входные клеммы; 1,5 пф — при измерении с пробником;  
3,0 пф — при измерении с делителем ДН — 501.

## ПРИЛОЖЕНИЕ 4

## МИЛЛИВОЛЬТМЕТР ВЗ-56

Милливольтметр ВЗ-56 предназначен для измерения напряжения переменного тока от 0,1 мВ до 300 В на пределах 1; 3; 10; 30; 100; 300 В в диапазоне частот от 20 Гц до 5 МГц,

Показания прибора пропорциональны средневыпрямленному значению, а шкала проградуирована в среднеквадратических значениях синусоидального напряжения. Прибор имеет отдельную шкалу, проградуированную в децибелах. Уровень "0" дБ соответствует 0,775 В. Вход закрытый.

## Технические характеристики

1. Предел допускаемой основной погрешности прибора, выраженный в процентах от конечного значения установленного предела измерения,  $\pm 2,5\%$  на пределах измерения от 1 мВ до 300 мВ;  $\pm 4\%$  на пределах измерения 1-300 В.
2. Входное сопротивление на частоте 55 Гц не менее 5 МОм на пределах 1-300 мВ; не менее 4 МОм на пределах 1-300 В.
3. Входная емкость не превышает 30 пФ на пределах 1-300 мВ; 15 пФ на пределах 1-300 В.

## ПРИЛОЖЕНИЕ 5

## Милливольтметр среднеквадратических значений ВЗ-48

Милливольтметр среднеквадратических значений ВЗ-48 пред- назначен для измерения среднеквадратического значения напряжения произвольной формы и для преобразования среднеквадратического

значения напряжения произвольной формы в пропорциональное постоянное напряжение. Вход закрытый.

#### Основные технические данные

1. Диапазон измеряемых прибором напряжений от 0,3 мВ до 300 В перекрывается поддиапазонами 1,3,10,30,100,300 мВ. Поддиапазоны 1,3,10,30,100,300 В обеспечиваются с применением делителя ДН-117,
2. Прибор измеряет напряжение сигналов произвольной формы, содержащих одну или несколько частот одновременно в диапазоне от 10 Гц до 50 МГц.
3. Предел допускаемой основной погрешности прибора, выраженный в процентах от конечного значения установленного поддиапазона, не превышает  $\pm 2,5\%$  Частота градуировки - 1 кГц.
4. Активное входное сопротивление прибора на частоте 45 Гц не менее 20 МОм на поддиапазонах 1-300 мВ и  $3 \pm 0,3$  МОм с делителем ДН-117,
- 5, Входная емкость не превышает 8 пФ на поддиапазонах 1-300 мВ и 4 пФ - с делителем ДН-117.

#### ПРИЛОЖЕНИЕ 6

#### МИЛЛИВОЛЬТМЕТР ИМПУЛЬСНОГО ТОКА В4-12

Милливольтметр импульсного тока предназначен для измерения амплитудных значений напряжений видеоимпульсов и амплитуд синусоидальных напряжений. Вход закрытый.

#### Технические характеристики

1. Диапазоны измеряемых напряжений от 1 до 1000 мВ на пределах измерения 3, 10, 30, 100, 300, 1000 мВ и от 1 до 100 В с внешним делителем. 1;100.
2. Милливольтметр измеряет амплитуды напряжений: а) видеоимпульсов прямоугольной формы с длительностью им-пульсов ( $t_{им}$ ) от 0,1 до 300 мкс при частотах повторения от 50 Гц до 100 кГц, скважности не менее 2, с длительностью фронта на

уровне 0,1- 0,9 более 15 нс. При этом величина отношений суммарных длительностей фронта и среза к длительности импульса на уровне 0,5 не более 0,5;

б) синусоидальных сигналов в диапазоне частот от 500 Гц до 5 МГц.

3. Основная погрешность милливольтметра, выраженная в процентах от конечного значения рабочей части шкалы, не превышает:

а) при измерении амплитуды напряжений видеоимпульсов от 1 до 1000 мВ;

$\pm 4\%$  в диапазоне длительностей от 0,4 до 50 мкс при скважностях не менее 2;  
 $\pm 4\%$  в диапазоне длительностей от 50 до 200 мкс при скважностях более 100;

б) при измерении амплитуды напряжений видеоимпульсов от 1 до 100 В с внешним делителем 1: 100:

$\pm 6\%$  в диапазоне длительностей от 0,1 до 50 мкс при скважностях не менее 2, в диапазоне длительностей свыше 50 до 200 мкс при скважностях более 100 и в диапазоне длительностей свыше 50 до 300 мкс при скважностях не более 100;

в) при измерении амплитуды синусоидальных напряжений от 1 до 1000 мВ  $\pm 4\%$  в номинальной области частот от 500 Гц до 1 МГц;

г) при измерении амплитуды синусоидальных напряжений от 1 до 100 В с внешним делителем 1: 100  $\pm 6\%$  в номинальной области частот от 500 Гц до 1 МГц.

4. Входное сопротивление милливольтметра на частоте 1 кГц не менее 1 МОм. Входная емкость милливольтметра на частоте 1 кГц не более 10 пФ, внешним делителем не более 5 пФ.

## КОМБИНИРОВАННЫЙ ПРИБОР Ц4314

Ампервольтметр - испытатель транзисторов Ц4314 предназначен для измерения силы тока и напряжения в цепях постоянного тока и переменного сопротивления постоянному току параметров транзисторов, При измерении переменных токов (напряжений) прибор откликается на средневыпрямленное значение, а шкала прибора про- градуирована в среднеквадратических значениях синусоидального тока (напряжения). Вход открытый.

1. Основная погрешность, выраженная в процентах от конечного значения шкал, не превышает:
  - а)  $\pm 2,5\%$  при измерении силы и напряжения постоянного тока в диапазоне 0,06-600 мА на пределах 0,06; 0,6; 6; 60; 600 мА в диапазоне 0,3-900 В на пределах 0,3; 1,5; 6; 30; 60; 150; 300; 900 В;
  - б)  $\pm 4\%$  при измерении силы и напряжения переменного тока в диапазоне 0,3-300 мА на пределах 0,3; 3Д 30; 800 и в диапазоне 15-750 В на пределах 1,5; 7,5; 30; 150; 300; 750 В;
  - в)  $\pm 2,5\%$  при измерении  $I_{ко}$ ,  $I_{эо}$ ,  $I_{км}$ , на пределе 60 мкА;
  - г)  $\pm 10\%$  при измерении  $\beta$  на пределах 70 и 350.
2. Основная погрешность, выраженная в процентах от длины рабочей части шкалы (не менее 64 мм) при измерении сопротивления не превышает  $\pm 4\%$  на пределе 0,5 кОм,  $\pm 2,5\%$  на пределах 5 кОм; 50 кОм; 500 кОм; 5000 кОм.
3. Рабочая область частот на 45-200 Гц на шкалах 600, 300 В; 45-500 Гц на шкалах 150, 60 В; 45-1000 Гц на 15, 30 В и 45-2000 Гц - на остальных.

## ПРИЛОЖЕНИЕ 7

### АНАЛОГОВЫЕ ВОЛЬТМЕТРЫ СО СТРЕЛОЧНЫМ ОТСЧЕТОМ.

Упрощенные структурные схемы аналоговых вольтметров представлены на рис.2. В настоящее время аналоговые электронные вольтметры постоянного тока (рис.2, а) находят ограниченное применение, так как они по своим техническим свойствам сильно уступают цифровым вольтметрам постоянного тока и практически вытесняются последними. Поэтому далее рассматриваются только аналоговые вольтметры переменного тока,

Изображенная на рис.2,6 структурная схема, используется в вольтметрах для измерения напряжений значительного уровня, так как обеспечить большое усиление с помощью усилителя постоянного тока сложно. Зато частотный диапазон таких усилителей может составлять сотни мегагерц.

Структурная схема, представленная на рис, 2 в, применяется в милливольтметрах, поскольку обладает большей чувствительностью, Последнее связано с наличием дополнительного усилителя, однако частотный диапазон такой схемы ниже (до сотен килогерц), так как возникают трудности при создании широкополосного усилителя переменного тока.



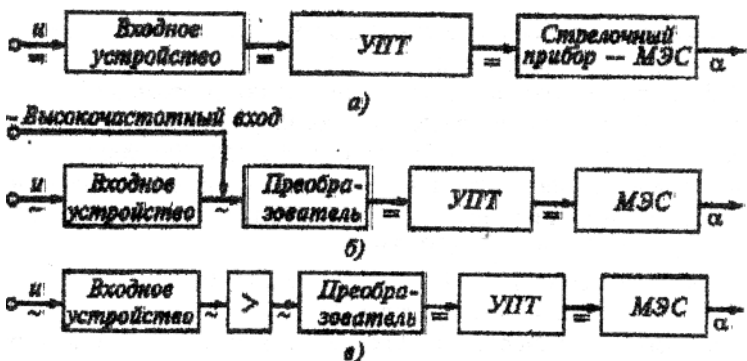


Рис 2 Структурные схемы аналоговых электронных вольтметров. а — постоянного тока; б — напряжений большого уровня: а — милливольтметра,  $\sim T$  — усилитель постоянного тока,  $>$  — усилитель переменного тока, МЭС — магнито-электрическая система

Элементная база, используемая при создании вольтметров переменного тока, определяется существующим на момент создания вольтметра уровнем техники (от полупроводниковых образцов до микроинтегрального исполнения), однако функциональное назначение блоков идентично. При этом особенно важную функцию несут преобразователи переменного напряжения в постоянное (детекторы). Детекторы можно классифицировать по функции преобразования входного напряжения в выходное на следующие типы: амплитудные (пиковые), действующего и средневыпрямленного значения. Тип детектора во многом определяет свойства прибора: так вольтметры с амплитудными детекторами являются самыми высокочастотными; вольтметры с детекторами действующего значения позволяют измерять напряжение любой формы; вольтметры средневыпрямленного значения пригодны только для измерения гармонического сигнала, но являются самыми простыми, надежными и дешевыми,

