

**ВОЛЬТМЕТР УНИВЕРСАЛЬНЫЙ  
ЦИФРОВОЙ В7-28**

---

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ  
И ИНСТРУКЦИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ**

Tr2.710.003 TO

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Введение
2. Назначение
3. Технические данные
4. Состав вольтметра
5. Устройство и работа вольтметра и его составных частей
  - 5.1. Принцип действия
  - 5.2. Схема электрическая принципиальная
    - 5.2.1. Усилитель
    - 5.2.2. Усилитель входной
    - 5.2.3. Интегратор
    - 5.2.4. Блок управления АЦП
    - 5.2.5. Преобразователь
    - 5.2.6. Преобразователь
    - 5.2.7. Стабилизатор напряжения
    - 5.2.8. Блок аналоговый
    - 5.2.9. Блок переключателей
    - 5.2.10. Блок индикации
    - 5.2.11. Блок коммутации реле
    - 5.2.12. Блок управления
    - 5.2.13. Блок вторичного электропитания
  - 5.3. Конструкция вольтметра
6. Маркирование и пломбирование
7. Общие указания по эксплуатации
8. Указания мер безопасности
9. Подготовка к работе
10. Порядок работы
11. Характерные неисправности и методы их устранения
12. Поверка вольтметра
13. Правила хранения
14. Транспортирование
  - Приложение 1. Намоточные данные трансформаторов
  - Приложение 2. Карты рабочих режимов и эпюры напряжений на контрольных точках вольтметра В7-28
  - Приложение 3. Планы размещения основных электрических элементов

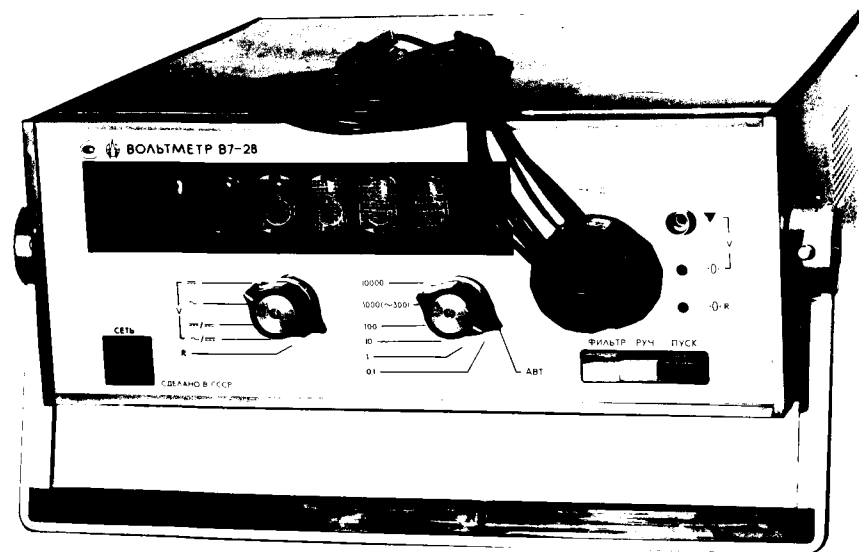


Рис. 1. Внешний вид вольтметра универсального цифрового В7-28.

## 1. ВВЕДЕНИЕ

1.1. Техническое описание и инструкция по эксплуатации (ТО) предназначены для ознакомления с принципом работы, устройством и конструкцией вольтметра универсального цифрового В7-28 с целью правильной его эксплуатации.

1.2. ТО состоит из двух альбомов. В альбоме № 1 содержится техническое описание и инструкция по эксплуатации. Схемы электрические принципиальные вольтметра приведены в приложении, оформленном отдельным альбомом № 2.

1.3. При изучении вольтметра следует дополнительно ознакомиться с формуляром.

## 2. НАЗНАЧЕНИЕ

2.1. Вольтметр универсальный цифровой В7-28 предназначен для измерения:

- постоянного напряжения;
- переменного напряжения;
- сопротивления постоянному току;
- отношения двух постоянных напряжений;
- отношения переменного напряжения к постоянному напряжению.

В вольтметре предусмотрена возможность дистанционного управления и вывода результата измерений на внешнее цифровое печатающее устройство (ЦПУ).

2.2. Вольтметр предназначен для работы от сети переменного тока напряжением  $220 \pm 22$  В частотой  $50 \pm 0,5$  Гц и содержанием гармоник до 5% в любом закрытом помещении при:

- окружающей температуре от 278 до 313 К (от 5 до 40° С);
- относительной влажности воздуха до 95% при температуре 303 К (30° С);

атмосферном давлении  $100 \pm 4$  кН/м<sup>2</sup> ( $750 \pm 30$  мм рт. ст.).

2.3. Вольтметр может применяться для контроля и измерения указанных параметров при производстве радиоаппаратуры и электрорадиоэлементов, при научных и экспериментальных исследованиях, при поверке и аттестации различных средств измерений.

Вольтметр может применяться в системах контроля (в том числе и многоканальных при наличии коммутатора).

2.4. Многофункциональность, высокая точность измерений,

возможность автоматического и дистанционного управления процессом измерений с регистрацией данных делают вольтметр незаменимым при наиболее сложных и ответственных измерениях.

2.5. Вольтметр выпускается в двух вариантах упаковки — Тг2.710.003 и Тг2.710.003-04.

### 3. ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

3.1. Вольтметр обеспечивает измерение постоянного напряжения положительной и отрицательной полярностей в диапазоне от 1 мкВ до 1000 В на пределах измерений 0,1; 1; 10; 100; 1000 В.

Основная погрешность измерения не превышает

$$\delta_{\text{п}} = \pm \left( 0,025 + 0,005 \frac{U_{\text{п}}}{U_{\text{х}}} \right) \text{ на пределах измерений } 0,1; 1; 10 \text{ В,} \quad (1)$$

$$\delta_{\text{п}} = \pm \left( 0,03 + 0,005 \frac{U_{\text{п}}}{U_{\text{х}}} \right) \text{ на пределах измерений } 100; 1000 \text{ В,}$$

где  $\delta_{\text{п}}$  — основная погрешность измерения постоянного напряжения, %;

$U_{\text{п}}$  — предел измерений по входу  $H_{\text{х}}$  вольтметра, В;

$U_{\text{х}}$  — показание вольтметра, В.

Основная погрешность не превышает указанных значений в течение трех месяцев с момента выпуска или ремонта или калибровки по внешней мере. Калибровка должна производиться после двухчасового самопрогрева, не реже одного раза в три месяца, при этом погрешность внешней меры должна быть не хуже  $\pm 0,01\%$ .

Основная погрешность за 16 ч после двухчасового самопрогрева и калибровки по внешней мере на пределе и полярности, на которых производилась калибровка, не превышает

$$\delta'_{\text{п}} = \pm \left( \delta_0 + 0,005 + 0,005 \frac{U_{\text{п}}}{U_{\text{х}}} \right), \quad (2)$$

где  $\delta'_{\text{п}}$  — погрешность измерения, %;

$\delta_0$  — погрешность внешней меры;

$U_{\text{п}}$  — предел измерений по входу  $H_{\text{х}}$  вольтметра, В;

$U_{\text{х}}$  — показание вольтметра, В.

3.2. Вольтметр обеспечивает измерение переменного напряжения в диапазоне от 100 мкВ до 300 В на пределах измерений 1; 100; 1000 В.

Диапазон частот измеряемого напряжения от 20 Гц до 100 Гц.

На частотах свыше 50 кГц максимальное измеряемое напряжение

$$U_{\text{max}} = \frac{A}{f},$$

где  $U_{\text{max}}$  — максимальное измеряемое напряжение, В;

$A = 1,5 \cdot 10^7 \text{ В} \cdot \text{Гц}$  — постоянный коэффициент;

$f$  — частота в диапазоне от 50 до 100 кГц, Гц.

Основная погрешность измерения не превышает на пределах измерений 1; 10 В:

$$\delta_{\sim} = \pm \left( 0,25 + 0,15 \frac{U_{\text{п}\sim}}{U_{\text{х}}} \right) \text{ в диапазоне частот от 20 до 60 Гц;}$$

$$\delta_{\sim} = \pm \left( 0,15 + 0,05 \frac{U_{\text{п}\sim}}{U_{\text{х}}} \right) \text{ в диапазоне частот от 60 Гц до 5 кГц;}$$

$$\delta_{\sim} = \pm \left( 0,35 + 0,05 \frac{U_{\text{п}\sim}}{U_{\text{х}}} \right) \text{ в диапазоне частот от 5 до 20 кГц;}$$

$$\delta_{\sim} = \pm \left( 0,5 + 0,1 \frac{U_{\text{п}\sim}}{U_{\text{х}}} \right) \text{ в диапазоне частот от 20 до 100 кГц;}$$

на пределе измерений 100 В:

$$\delta_{\sim} = \pm \left( 0,25 + 0,15 \frac{U_{\text{п}\sim}}{U_{\text{х}}} \right) \text{ в диапазоне частот от 20 до 60 Гц;}$$

$$\delta_{\sim} = \pm \left( 0,2 + 0,05 \frac{U_{\text{п}\sim}}{U_{\text{х}}} \right) \text{ в диапазоне частот от 60 Гц до 5 кГц;}$$

$$\delta_{\sim} = \pm \left( 0,5 + 0,05 \frac{U_{\text{п}\sim}}{U_{\text{х}}} \right) \text{ в диапазоне частот от 5 до 20 кГц;}$$

$$\delta_{\sim} = \pm \left( 0,9 + 0,1 \frac{U_{\text{п}\sim}}{U_{\text{х}}} \right) \text{ в диапазоне частот от 20 до 100 кГц;}$$

на пределе измерений 300 В:

$$\delta_{\sim} = \pm \left( 0,25 + 0,15 \frac{U_{\text{к}\sim}}{U_{\text{х}}} \right) \text{ в диапазоне частот от 20 до 60 Гц;}$$

$$\delta_{\sim} = \pm \left( 0,2 + 0,05 \frac{U_{\text{к}\sim}}{U_{\text{х}}} \right) \text{ в диапазоне частот от 60 Гц до 5 кГц;}$$

$$\delta_{\sim} = \pm \left( 0,5 + 0,05 \frac{U_{\text{к}\sim}}{U_{\text{х}}} \right) \text{ в диапазоне частот от 5 до 20 кГц; (4)}$$

$$\delta_{\sim} = \pm \left( 0,9 + 0,1 \frac{U_{\text{к}\sim}}{U_{\text{х}}} \right) \text{ в диапазоне частот от 20 до 100 кГц,}$$

где  $\delta_{\sim}$  — основная погрешность измерения переменного напряжения, %;

$U_{\text{п}\sim}$  — предел измерений переменного напряжения, В;

$U_{\text{к}\sim} = 1000 \text{ В}$  — конечное значение шкалы;

$U_{\text{х}}$  — показание вольтметра, В.

Указанная погрешность гарантируется при коэффициенте гармоник не более 0,06%.

Изменение показаний вольтметра, обусловленное искажением синусоидальной формы кривой измеряемого переменного напряжения, не превышает:

0,5 основной погрешности при коэффициенте гармоник измеряемого напряжения, в процентах, не превышающем  $\frac{\sqrt{1+0,09\delta_{\sim}-1}}{3}$ .

• 100;  
1,0 основной погрешности при коэффициенте гармоник измеряемого напряжения, в процентах, не превышающем  $\frac{\sqrt{1+0,18\delta_{\sim}-1}}{3}$ .

• 100, где  $\delta_{\sim}$  — основная погрешность измерения переменного напряжения.

3.3. Вольтметр обеспечивает измерение сопротивления постоянному току в диапазоне от 0,001 Ом до 10 МОм на пределах измерений 0,1; 1; 10; 100; 1000; 10000 кОм.

Основная погрешность измерения не превышает  $\delta_R = \pm (0,04 + 0,01 \frac{R_{п}}{R})$  на пределах измерений 0,1; 1; 10; 100; 1000 кОм;

$\delta_R = \pm (0,05 + 0,01 \frac{R_{п}}{R})$  на пределе измерений 10000 кОм, где  $\delta_R$  — основная погрешность измерения сопротивления, %;  $R_{п}$  — предел измерений сопротивления, кОм;  $R$  — показание вольтметра, кОм.

3.4. Вольтметр обеспечивает измерение отношения двух постоянных напряжений  $U_{\sim x}/U_{\sim y}$  одинаковой или противоположной полярностей на пределах измерений 0,01; 0,1; 1; 10; 100, при этом напряжение  $U_{\sim x}$  находится в диапазоне от 1 мкВ до 1000 В, а напряжение  $U_{\sim y}$  — в диапазоне от 1 до 10 В.

Источники напряжений  $U_{\sim x}$  и  $U_{\sim y}$  должны иметь общую точку или позволять ее создание.

Основная погрешность измерения не превышает  $\delta_{\sim/\sim} = \pm (0,01 + 0,01 \frac{S_{п}}{S}) \frac{10 В}{U_{\sim y}}$  при использовании пределов  $U_{п} = 0,1; 1; 10 В$ ;

$\delta_{\sim/\sim} = \pm (0,015 + 0,01 \frac{S_{п}}{S}) \frac{10 В}{U_{\sim y}}$  при использовании пределов  $U_{п} = 100; 1000 В$ ,

где  $\delta_{\sim/\sim}$  — основная погрешность измерения отношения постоянных напряжений, %;  
 $S_{п}$  — предел измерений отношения двух постоянных напряжений;  
 $S$  — показание вольтметра;  
 $U_{\sim y}$  — напряжение на входе  $H_y$  вольтметра, В;  
 $U_{п}$  — установленный предел по входу  $H_x$  вольтметра.

3.5. Вольтметр обеспечивает измерение отношения переменного напряжения  $U_{\sim x}$  к постоянному напряжению  $U_{\sim y}$  на пределах измерений 0,1; 1; 10; 100, при этом напряжение  $U_{\sim x}$  и

напряжение  $U_{\sim y}$  — в диапазоне от 1 до 10 В.

Диапазон частот напряжения  $U_{\sim x}$  от 20 Гц до 100 кГц.

Источники напряжений  $U_{\sim x}$  и  $U_{\sim y}$  должны иметь общую точку или позволять ее создание.

Основная погрешность измерения не превышает при использовании пределов  $U_{п} = 1; 10 В$ ;

$\delta_{\sim/\sim} = \pm (0,25 + 0,15 \frac{S_{п}}{S}) \frac{11 В}{1В + U_{\sim y}}$  в диапазоне частот от 20 до 60 Гц;

$\delta_{\sim/\sim} = \pm (0,15 + 0,05 \frac{S_{п}}{S}) \frac{11 В}{1В + U_{\sim y}}$  в диапазоне частот от 60 Гц до 5 кГц;

$\delta_{\sim/\sim} = \pm (0,35 + 0,05 \frac{S_{п}}{S}) \frac{11 В}{1В + U_{\sim y}}$  в диапазоне частот от 5 до 20 кГц;

$\delta_{\sim/\sim} = \pm (0,5 + 0,1 \frac{S_{п}}{S}) \frac{11 В}{1В + U_{\sim y}}$  в диапазоне частот от 20 до 100 кГц;

при использовании пределов  $U_{п} = 100, 300 В$ ;

$\delta_{\sim/\sim} = \pm (0,25 + 0,15 \frac{S_{п}}{S}) \frac{11 В}{1В + U_{\sim y}}$  в диапазоне частот от 20 до 60 Гц;

$\delta_{\sim/\sim} = \pm (0,2 + 0,05 \frac{S_{п}}{S}) \frac{11 В}{1В + U_{\sim y}}$  в диапазоне частот от 60 Гц до 5 кГц;

$\delta_{\sim/\sim} = \pm (0,5 + 0,05 \frac{S_{п}}{S}) \frac{11 В}{1В + U_{\sim y}}$  в диапазоне частот от 5 до 20 кГц;

$\delta_{\sim/\sim} = \pm (0,9 + 0,1 \frac{S_{п}}{S}) \frac{11 В}{1В + U_{\sim y}}$  в диапазоне частот от 20 до 100 кГц;

где  $\delta_{\sim/\sim}$  — основная погрешность измерения отношения переменного напряжения к постоянному напряжению, %;  
 $S_{п}$  — предел измерений отношения переменного напряжения к постоянному напряжению;  
 $S$  — показание вольтметра;  
 $U_{\sim y}$  — напряжение на входе  $H_y$  вольтметра, В;  
 $U_{п}$  — установленный предел переменного напряжения по входу  $H_x$  вольтметра.

3.6. Вольтметр обеспечивает измерения с превышением преде-

лов измерений на 20%, кроме предела измерений 1000 В по постоянному напряжению.

**Примечание.** При превышении пределов измерений по переменному напряжению погрешность измерения не нормируется.

3.7. Изменение показаний вольтметра от изменения температуры на 1°С не превышает 0,1 основной погрешности при измерении постоянного напряжения, отношения двух постоянных напряжений и не превышает 0,05 основной погрешности при всех остальных видах измерений.

3.8. В условиях повышенной влажности до 95% и температуре от 278 К (+5°С) до 303 К (+30°С) при всех видах измерений погрешность измерений не превышает суммы основной погрешности и допустимой дополнительной погрешности (для данного вида измерений), вызванной изменением температуры окружающей среды относительно нормальной.

3.9. В вольтметре предусмотрена установка нуля при измерении постоянного напряжения и сопротивления постоянному току.

3.10. Максимальное напряжение между зажимом Nху входного кабеля К2 и зажимом Lху входного кабеля К1 при измерении сопротивления не превышает 17 В.

3.11. Вольтметр выдерживает в течение одной минуты перегрузку постоянного напряжения 300 В на пределах измерений 0,1; 10 В, постоянного напряжения 1200 В на пределах измерений 100; 1000 В и переменного напряжения 300 В на всех пределах измерений переменного напряжения.

3.12. Вольтметр обеспечивает при измерении постоянного напряжения подавление не менее 60 дБ помехи нормального вида частотой питающей сети  $50 \pm 0,5$  Гц при включенном фильтре и не менее 38 дБ при выключенном фильтре.

Напряжение помехи должно удовлетворять условию

$$U_{\text{пом.}} \leq 0,7(U_{\text{п}} - U_{\text{х}}),$$

где  $U_{\text{пом.}}$  — напряжение помехи, В;

$U_{\text{п}}$  — предел измерений, В;

$U_{\text{х}}$  — измеряемое напряжение, В.

3.13. Вольтметр обеспечивает при измерении постоянного напряжения эффективное подавление не менее 150 дБ при включенном фильтре и не менее 140 дБ при выключенном фильтре помехи общего вида частотой питающей сети  $50 \pm 0,5$  Гц и не менее 140 дБ помехи общего вида постоянного тока при сопротивлении небаланса 1 кОм.

3.14. Вольтметр обеспечивает при измерении переменного напряжения эффективное подавление помехи общего вида частотой

питающей сети не менее 80 дБ на пределах измерений 1, 10 В и не менее 40 дБ на пределах измерений 100, 300 В при сопротивлении небаланса 1 кОм.

3.15. Время измерения при выключенном фильтре не превышает:

0,33 с при измерении постоянного напряжения на пределах измерений 1; 10; 100; 1000 В, сопротивления постоянному току на пределах измерений 1; 10; 100; 1000; 10000 кОм и отношения двух постоянных напряжений при использовании пределов  $U_{\text{п}} = 1; 10; 100; 1000$  В;

1 с при измерении постоянного напряжения на пределе измерений 0,1 В, сопротивления постоянному току на пределе измерения 0,1 кОм и отношения двух постоянных напряжений при использовании предела  $U_{\text{п}} = 0,1$  В;

5 с при измерении переменного напряжения и отношения переменного напряжения к постоянному напряжению при ручном выборе пределов измерений и 10 с при автоматическом выборе пределов измерений.

\* 3.16. Вольтметр обеспечивает автоматическое определение и индикацию полярности измеряемых постоянных напряжений и автоматическое определение и индикацию перегрузки при всех видах измерений.

3.17. Вольтметр имеет следующие режимы работы:

ручной выбор пределов измерений;

автоматический выбор пределов измерений;

разовый запуск;

периодический запуск.

**Примечание.** Автоматический выбор пределов измерений не предусмотрен: при напряжении  $U_{\text{х}}$  больше 300 В в режимах измерений напряжений и отношений напряжений;

при напряжении  $U_{\text{у}}$  меньше 8 В в режиме измерения отношений напряжений;

при использовании фильтра.

3.18. Вольтметр обеспечивает дистанционное управление при подаче на разъем ДУ кодов в соответствии с табл. 1.

3.19. Вольтметр имеет выход на внешнее цифropечатающее устройство. Информация выдается в двоично-десятичном коде в виде уровней напряжений.

Выходной кодовый сигнал, соответствующий логическому 0, имеет уровень напряжения не более 0,4 В.

Выходной кодовый сигнал, соответствующий логической 1, имеет уровень напряжения не менее 2,4 В.

Логические уровни на контактах разъема ЦПУ

Цифра печатающего устройства	1-я декада			2-я декада			3-я декада			4-я декада			5-я декада			6-я декада								
	28	27	Ю	Я	26	Ы	25	Э	24	4	Ш	23	4	Х	22	Ц	21	У	19	Ф	18	С	17	Т
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Кодовое число

без пробоя испытательные напряжения, указанные в табл. 6. Сопротивление изоляции электрических цепей вольтметра указано в табл. 6.

3.23. Вольтметр обеспечивает свои технические характеристики после времени самопрогрева, равного 1 ч.

3.24. Вольтметр сохраняет свои технические характеристики при питании его от сети переменного тока напряжением  $220 \pm 22$  В частотой  $50 \pm 0,5$  Гц и содержанием гармоник до 5%.

Таблица 6

Электрические цепи вольтметра, подлежащие испытаниям	Максимальное рабочее напряжение, В	Вид испытательного напряжения	Испытательное напряжение при проверке электрической изоляции, В		Сопротивление изоляции, МОм, не менее		
			в нормальных условиях	в условиях повышенной влажности	в нормальных условиях	в условиях повышенной температуры	в условиях повышенной влажности
2. Между соединенными вместе зажимами Нх, Ну, Lху, G <sub>E</sub> и клеммой $\perp$	500*	постоянное	1600	1000	100	30	10
3. Между соединенными вместе штырями вилки кабеля питания и клеммой $\perp$	242**	переменное	1500	900	20	5	1

\* постоянное напряжение, амплитуда переменного напряжения или их суммарное значение;

\*\* среднеквадратическое значение переменного напряжения.

3.25. Мощность, потребляемая вольтметром от сети при номинальном напряжении, не превышает 35 ВА.

3.26. Вольтметр допускает непрерывную работу в рабочих условиях в течение 16 ч.

Примечание. Время непрерывной работы не включает в себя время самопрогрева вольтметра.

3.27. Рабочими условиями вольтметра являются:  
окружающая температура от 278 до 313 К (от 5 до 40° С);  
относительная влажность воздуха до 95% при температуре 303К (30° С);  
атмосферное давление  $100 \pm 4$  кН/м<sup>2</sup> ( $750 \pm 30$  мм рт. ст.).

3.28. Нароботка на отказ вольтметра составляет не менее 3000 ч.

3.29. Срок службы вольтметра 10 лет, технический ресурс 10000 ч.

3.30. Вольтметр имеет встроенный счетчик времени наработки емкостью 2500 часов.

3.31. Габаритные размеры вольтметра 340×180×330 мм.

Габаритные размеры вольтметра без ручки 340×135×330 мм.

Габаритные размеры укладочного деревянного ящика 500×176×390 мм.

Габаритные размеры укладочного ящика из полистирола 560×212×430 мм.

3.32. Масса вольтметра не более 9 кг. Масса вольтметра укладочным ящиком не более 18 кг.

#### 4. СОСТАВ ВОЛЬТМЕТРА

Вольтметр поставляется в комплекте, указанном в табл. 7.

Таблица 7

Наименование	Обозначение	Количество на исполнение		Примечания
		—	04	
1. Вольтметр универсальный цифровой	Tг2.710.003	1		
2. Вольтметр универсальный цифровой	Tг2.710.003-04		1	
3. Запасные части: Вставка плавкая ВП2Б-1В-0,5А-250В	ОЮ0.481.005 ТУ	4	4	
4. Принадлежности: шнур сетевой	ЕЕ4.860.015-01	1	1	
кабель входной К1	Tг4.853.871	1	1	
кабель входной К2	Tг4.853.872	1	1	
щуп	Tг6.360.003	2	2	
зажим	ЕЕ6.625.012	2	2	
плата	Tг6.673.985	1	1	
плата	Tг6.673.986	1	1	
5. Упаковка	Tг4.160.243	1		
6. Упаковка	Tг4.170.170	1		
7. Упаковка	ЕЕ4.160.614		1	
8. Упаковка	Tг4.170.170-01		1	
9. Техническое описание и инструкция по эксплуатации	Tг4.079.141	1	1	Текст отпечата- тан с Tг2.710.003 ТО
10. Техническое описание и инструкция по эксплуатации	Tг4.079.142	1	1	Согласно Tг2.710.003
11. Приложение. Альбом схем Формуляр	Tг4.079.140	1	1	Текст отпечата- тан с Tг2.710.003 ФО

#### 5. УСТРОЙСТВО И РАБОТА ВОЛЬТМЕТРА И ЕГО СОСТАВНЫХ ЧАСТЕЙ

##### 5.1. Принцип действия

В основу принципа измерения постоянного напряжения положен метод двойного интегрирования. В основу принципа измерения сопротивления и переменного напряжения положен метод преобразования измеряемых величин в пропорциональное постоянное напряжение с дальнейшим измерением его по методу двойного интегрирования.

На рис. 2 приведена структурная схема универсального цифрового вольтметра и подключение его к объектам при измерении различных параметров, показаны основные функциональные узлы вольтметра, с помощью которых реализуются выбранные принципы действия.

Вольтметр состоит из двух основных частей: аналоговой и цифровой.

Аналоговая часть предназначена:

для преобразования измеряемого постоянного напряжения в пропорциональный временной интервал;

для преобразования измеряемого переменного напряжения и сопротивления в пропорциональное постоянное напряжение;

для определения полярности измеряемого постоянного напряжения;

для передачи в цифровую часть информации о значении и полярности измеряемого постоянного напряжения.

Цифровая часть предназначена:

для управления работой аналоговой части;

для получения визуального отсчета измеряемых постоянного или переменного напряжений, сопротивления, отношения двух постоянных напряжений  $U_{\text{п}}=x/U_{\text{н}}=y$  и отношения переменного напряжения к постоянному напряжению  $U_{\text{п}} \sim x/U_{\text{н}}=y$ ;

для вывода результата измерения на внешнее цифровое печатающее устройство;

для обеспечения дистанционного управления (ДУ) работой вольтметра.

На рис. 2 аналоговая часть изображена внутри защитного экрана. Защитный экран изолирован от цифровой части и от корпуса вольтметра. При определенном подключении экрана это дает возможность повысить помехозащищенность вольтметра.

Связь между аналоговой и цифровой частями осуществляется через импульсные трансформаторы Т1—Т4.

В таблице на рис. 2 приведены состояния реле при различных режимах измерения.

Вольтметр конструктивно состоит из изолированной от корпуса аналоговой части, цифровой части и блока питания цифровой части (рис. 11).

Аналоговая часть заключена в герметичный, изолированный от корпуса и цифровой части кожух. Функциональные узлы аналоговой части представляют собой печатные платы, которые соединяются электрически при помощи объединительной платы с установленными на ней разъемами. На задней внешней стенке герметичного кожуха в экране, соединенном с кожухом, расположен блок питания аналоговой части, состоящий из трансформатора и стабилизатора напряжения.

Функциональные узлы цифровой части выполнены в виде печатных плат, одна из которых (блок управления) является основной, а остальные — вспомогательными, которые соединены электрически через разъемы, установленные на основной плате. Блок питания цифровой части смонтирован на задней стенке вольтметра и состоит из трансформатора и стабилизатора напряжения. Электрическое соединение между блоком питания и цифровой частью осуществляется при помощи жгута.

Органы управления вольтметром выведены на переднюю панель (см. рис. 1).

На передней панели вольтметра расположены:

индикаторное табло;

тумблер включения вольтметра СЕТЬ;

переключатель рода работ;

переключатель пределов измерений;

входной разъем ВХОД;

ось переменного резистора установки нуля в режиме измерения напряжения  $\blacktriangleright 0 \blacktriangleleft V$ ;

ось переменного резистора калибровки  $\blacktriangledown V$ ;

ось переменного резистора установки нуля в режиме измерения сопротивления  $\blacktriangleright 0 \blacktriangleleft R$ ;

кнопка включения фильтра ФИЛЬТР;

кнопка включения режима одиночного запуска РУЧ.;

кнопка разового запуска ПУСК.

На задней панели вольтметра расположены:

разъем дистанционного управления ДУ;

разъем для подключения внешнего цифроразрядного устройства ЦПУ;

счетчик времени наработки;

корпус проходного транзистора блока питания цифровой части;

вставка плавкая 0,5 А;

шнур питания  $\sim 220V$  50 Hz;

клемма, подлежащая заземлению  $\perp$ .

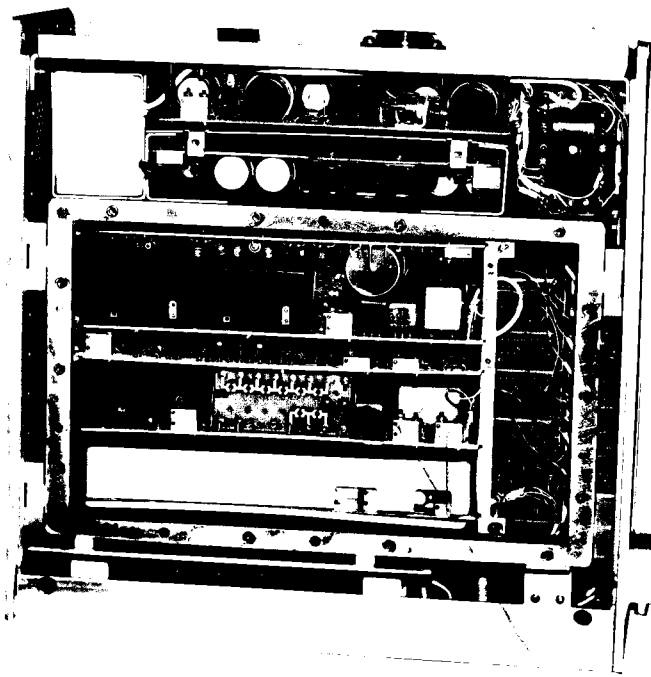


Рис. 11. Вольтметр со снятыми крышками

## 6. МАРКИРОВАНИЕ И ПЛОМБИРОВАНИЕ

Вольтметр имеет следующую маркировку:

а) на передней панели:

знак госреестра;

товарный знак предприятия-изготовителя;

полное наименование вольтметров;

б) на задней панели:

заводской номер;

год выпуска вольтметра;

в) на правой боковой стенке — условное обозначение вольтметра.

На боковых стенках вольтметра под головками винтов, крепящих стенки, имеются шайбы с углублениями для пломбы.

По две пломбы с каждой стороны устанавливает предприятие-изготовитель. Остальные пломбы устанавливает потребитель при необходимости.

Пломбирование производится мастикой № 1 ГОСТ 18680-73.

Шлиц калибровки  $\blacktriangledown V$  пломбируется при выпуске из производства предприятием-изготовителем и после проведения калибровки через каждые 3 месяца предприятием-потребителем.

## 7. ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

7.1. Вольтметр В7-28 является защищенным вольтметром с плавающим входом. При измерении постоянного напряжения необходимо уделять особое внимание на присоединение зажима  $G_E$ , соединенного в вольтметре с защитным экраном, к измеряемому объекту:

а) при измерениях постоянного и переменного напряжений необходимо руководствоваться следующими правилами:

присоедините зажимы  $N_x$  и  $L_{xy}$  входного кабеля  $K1$  к измеряемому объекту;

присоедините зажим  $G_E$  входного кабеля  $K1$  к зажиму  $L_{xy}$ , если источник помехи общего вида неизвестен;

присоедините зажим  $G_E$  непосредственно к источнику помехи, если известен источник помехи общего вида;

зажим  $G_E$  не должен оставаться неприсоединенным;

б) при измерениях отношения двух постоянных напряжений или отношения переменного напряжения к постоянному напряжению необходимо руководствоваться следующими правилами:

присоедините зажимы  $N_x$ ,  $N_y$ ,  $L_{xy}$  входного кабеля  $K1$  согласно рис. 2 к измеряемым объектам;

присоедините зажим  $G_E$  входного кабеля к зажиму  $L_{xy}$ , если источник помехи общего вида неизвестен;

присоедините зажим  $G_E$  непосредственно к источнику помехи, если известен источник помехи общего вида;

зажим  $G_E$  не должен оставаться неприсоединенным;

в) при измерениях сопротивления необходимо руководствоваться следующими правилами:

присоедините зажим  $N_{xy}$  входного кабеля  $K2$  и зажим  $L_{xy}$  входного кабеля  $K1$  согласно рис. 2 к измеряемому объекту;

при измерении неэкранированных объектов (например, одиночных резисторов) оставьте неприсоединенным зажим  $G_E$ ;

при измерениях объектов в одиночном экране зажим  $G_E$  соедините с экраном объекта;

при измерениях объектов, находящихся в двух изолированных друг от друга экранах, зажим  $G_E$  присоедините к внутреннему экрану, внешний экран или корпус соедините с земляной шиной помещения. Одиночный экран или внутренний экран при двойной экранировке объекта должен быть изолирован от выводов измеряемого объекта.

Присоединение зажима  $G_E$  к зажиму  $L_{xy}$  является нежелательным, так как ухудшает условия работы операционного усилителя и качество экранирования, особенно в рабочих условиях эксплуатации. Максимальный ток через измеряемое сопротивление не превышает 1 мА.

7.2. Изменение показаний вольтметра от воздействия переменного магнитного поля частотой 50 Гц напряженностью 50 А/м превышает основной погрешности при всех видах измерений. Эт

параметр обусловлен конструкцией прибора и выбором материалов, что проверено при испытаниях опытных образцов.

7.3. Прежде чем начать работу с вольтметром, необходимо ознакомиться с техническим описанием и инструкцией по эксплуатации на вольтметр, а также с электрическими принципиальными схемами и конструкцией вольтметра.

7.4. Через каждые 6 месяцев эксплуатации и после хранения свыше 12 месяцев на складе проводится поверка вольтметра в соответствии с разделом 12.

Через каждые 3 месяца проводится калибровка вольтметра по внешней мере эдс класса не ниже 0,01% по методике, изложенной в п. 10.2.6.

7.5. После наработки вольтметром 2500 ч необходимо менять местами провода, идущие к счетчику времени наработки, при этом время наработки вольтметра в часах определяется по формуле:

$$2500 + (N_1 - N_2), \quad (10)$$

где  $N_1$  — предыдущее показание счетчика;

$N_2$  — последующее показание счетчика.

## 8. УКАЗАНИЕ МЕР БЕЗОПАСНОСТИ

8.1. При работе с вольтметром должны выполняться общие правила работы с электрическими установками.

8.2. При работе с вольтметром со снятой крышкой (при ремонте) следует соблюдать особую осторожность, т. к. отдельные точки схем имеют относительно корпуса напряжения, опасные для жизни. К ним относятся:

в блоке питания — отводы силового трансформатора блока вторичного электропитания, где значение напряжения достигает 220 В;

на передней панели вольтметра — места присоединения к тумблеру СЕТЬ;

в блоке индикации — места присоединения к выводам индикаторных ламп, где значение напряжения достигает 200 В.

8.3. При измерении напряжения больше 36 В необходимо проверить исправность входного кабеля.

При измерении высоких напряжений необходимо руководствоваться правилами работы с высоковольтными установками.

8.4. В процессе регламентных работ воспрещается:

производить смену деталей под напряжением;

определять наличие напряжения в схеме «на ощупь» или «на искру»;

оставлять без надзора вольтметр под напряжением при кратковременных отлучках лиц, производящих работу.

8.5. Лица, допущенные к работе, должны проходить ежегодно проверку знаний по технике безопасности.

8.6. По требованиям к электробезопасности вольтметр удовлетворяет нормам ОСТ4.275.003-77, класса защиты 01.

## 9. ПОДГОТОВКА К РАБОТЕ

9.1. Извлеките вольтметр из упаковки, проведите внешний осмотр, очистите от пыли, проверьте комплектность и выдержите вольтметр в нормальных условиях в течение 8 ч.

9.2. Соедините клемму  $\equiv$ , находящуюся на задней стенке вольтметра, с земляной шиной помещения.

9.3. Для удобства отсчета результатов измерения можете придать вольтметру наклонное положение при помощи поворотной ручки, служащей для переноса вольтметра.

9.4. Присоедините цифропечатающее устройство к разъему ЦПУ, находящемуся на задней стенке, в случае необходимости регистрации результатов измерения в цифровом коде.

9.5. Присоедините устройство, осуществляющее дистанционное управление, к разъему ДУ, находящемуся на задней стенке, в случае необходимости дистанционного управления работой вольтметра.

9.6. Установите тумблер СЕТЬ на передней панели вольтметра в нижнее выключенное положение. Кнопки ФИЛЬТР и РУЧ. должны быть в ненажатом состоянии. Переключатели могут быть в любом положении.

9.7. Для присоединения вольтметра к измеряемому объекту используйте только входящие в комплект вольтметра кабели.

9.8. Проверьте исправность вставки плавкой. Подключите шнур питания к вольтметру и к сети питания.

9.9. Включите тумблер СЕТЬ вольтметра, при этом должны загореться лампы индикаторного табло.

## 10. ПОРЯДОК РАБОТЫ

10.1. Подготовка к проведению измерений

10.1.1. Прогрейте вольтметр перед измерениями в течение 1 ч.

10.1.2. Контролируйте периодически нулевое показание вольтметра, т. к. во время работы вольтметра (особенно при изменении климатических условий) возможен уход нуля вольтметра. В случае ухода нуля установите нулевое показание вольтметра.

Для этого:

подключите к входному разъему входной кабель К1;

установите переключатель рода работы в положение  $V_{\equiv}$ ;

установите переключатель пределов измерений в положение 0,1 В;

замкните накоротко зажимы Нх и Lху входного кабеля К1;

установите резистором  $\bullet 0 \bullet V$ , ось которого выведена под щлиц на переднюю панель вольтметра, нулевое показание при равновероятном появлении знаков плюс и минус.

10.1.3. Нажмите кнопку ФИЛЬТР при работе с фильтром. Учитывайте, что при этом увеличивается время измерения.

10.1.4. Нажмите кнопку РУЧ. при работе в режиме разового запуска. Одиночный запуск производите путем нажатия кнопки ПУСК.

10.1.5. Переключите переключатель пределов измерений в положение АВТ. при работе в режиме автоматического выбора пределов измерений.

10.2. Проведение измерений

10.2.1. Для проведения измерения постоянного напряжения: установите переключатель рода работы в положение  $V_{\equiv}$ ;

установите переключатель пределов измерений при работе в режиме ручного выбора пределов измерений в положение, соответствующее значению измеряемого напряжения. Если значение измеряемого напряжения неизвестно, то установите переключатель пределов измерений в положение 1000;

присоедините зажим  $G_E$  входного кабеля к зажиму Lху или к источнику помехи общего вида согласно указаниям, данным в п. 7.1 а;

присоедините зажимы Нх и Lху входного кабеля к измеряемому объекту;

произведите считывание результата измерений по индикаторному табло.

Во избежание повреждения вольтметра необходимо помнить, что при измерении постоянного напряжения вольтметр выдерживает в течение одной минуты перегрузку постоянного напряжения 300 В на пределах измерений 0,1; 1; 10 В и 1200 В на пределах измерений 100; 1000 В. Поэтому, если при измерении постоянного напряжения индицируется показание  $\gg 120001 V$ , отсоедините вольтметр от объекта измерений.

10.2.2. Для проведения измерения переменного напряжения:

установите переключатель рода работы в положение  $V_{\sim}$ ;

установите переключатель пределов измерений при работе в режиме ручного выбора предела измерений в положение, соответствующее значению измеряемого напряжения. Если значение измеряемого напряжения неизвестно, то установите переключатель пределов измерений в положение 1000;

присоедините зажим  $G_E$  входного кабеля к зажиму Lху или к источнику помехи общего вида согласно указаниям, данным в п. 7.1 а;

присоедините зажимы Нх и Lху входного кабеля к измеряемому объекту;

произведите считывание результата измерений по индикаторному табло.

Во избежание повреждения вольтметра необходимо помнить, что при измерении переменного напряжения вольтметр выдерживает в течение одной минуты перегрузку переменного напряжения 300 В на всех пределах измерений переменного напряжения. Поэтому, если при измерении переменного напряжения индицируется показание  $\gg 12000 V$ , отсоедините вольтметр от объекта измерений.

10.2.3. Для проведения измерения отношения двух постоянных напряжений:

установите переключатель рода работы в положение  $V_{\text{---}}/_{\text{---}}$ ;

установите при работе в режиме ручного выбора предела измерений переключатель измерений в положение 1000;

подсоедините зажим  $G_E$  входного кабеля к зажиму  $L_x$  или к источнику помехи общего вида согласно указаниям, данным в п. 7.1. б;

присоедините зажимы  $H_x$ ,  $H_u$  и  $L_x$  входного кабеля к измеряемым объектам согласно рис. 2;

произведите считывание результата измерений по индикаторному табло, умножая показания цифровых индикаторов на 0,1.

При необходимости получения более высокой точности измерения отношения двух постоянных напряжений устанавливайте переключатель пределов измерений последовательно на более низкие пределы измерений (100; 10; 1; 0,1) до появления на индикаторном табло знака перегрузки ( $\geq 120001 \times 0,1$ ). При появлении на индикаторном табло перегрузки необходимо возвратиться на более высокий предел измерений и произвести считывание результата измерений.

10.2.4. Для проведения измерения отношения переменного напряжения к постоянному напряжению:

установите переключатель рода работы в положение  $V_{\sim}/_{\text{---}}$ ;

выполняйте далее операции, аналогичные операциям, выполняемым при измерении отношения двух постоянных напряжений (см. п. 10.2.3).

10.2.5. Для проведения измерений сопротивления постоянному току:

а) установите переключатель рода работы в положение R;

б) установите нулевое показание вольтметра в режиме измерения сопротивления, для чего:

подключите к зажимам  $H_x$ ,  $H_u$  входного кабеля К1 кабель К

установите переключатель пределов измерений в положение 0,1 кОм;

замкните накоротко зажим  $L_x$  входного кабеля К1 и зажим  $H_x$  кабеля К2;

установите нулевое показание вольтметра резистором  $\blacktriangleright 0 \blacktriangleleft$

ось которого выведена под шлиц на переднюю панель вольтметра;

в) установите переключатель пределов измерений при работе в режиме ручного выбора предела измерений в положение, соответствующее значению измеряемого сопротивления. Если значение измеряемого сопротивления неизвестно, то установите переключатель пределов измерений в положение 10000;

г) присоедините зажим  $G_E$  входного кабеля к экрану, в котором находится измеряемое сопротивление, согласно указаниям, данным в п. 7.1 в;

д) присоедините зажим  $H_x$  и  $L_x$  входного кабеля к измеряемому сопротивлению;

е) произведите считывание результата измерений по индикаторному табло.

Необходимо помнить, что при появлении на индикаторном табло знака перегрузки ( $\geq 120001 \text{ K}\Omega$ ) при работе в режиме ручного выбора предела измерений следует установить переключатель пределов измерений в положение, соответствующее более высокому пределу измерений.

10.2.6. В вольтметре имеется потенциальная возможность уменьшения основной погрешности измерения постоянного напряжения на всех пределах измерений после калибровки по внешнему источнику образцового напряжения, при этом повышенная точность измерения обеспечивается в течение 16 ч непрерывной работы (не включая время самопрогрева).

В этом случае основная погрешность измерения постоянного напряжения на откалиброванных пределах измерений не превышает

$$\delta'_{\text{---}} = \pm (\delta_0 + 0,005 + 0,005 \frac{U_p}{U_x}), \quad (11)$$

где  $\delta'_{\text{---}}$  — погрешность измерения после калибровки по внешнему источнику напряжения, %;

$\delta_0$  — погрешность внешнего источника образцового напряжения, %;

$U_p$  — предел измерений по входу  $H_x$  вольтметра, В;

$U_x$  — показание вольтметра, В.

**Для проведения калибровки:**

прогрейте вольтметр в течение 2 ч;

проделайте операции, указанные в п. 10.1.2;

установите переключатель пределов измерений в положение, соответствующее пределу измерений, на котором необходимо получить повышенную точность измерения;

подсоедините зажимы  $H_x$  и  $L_x$  входного кабеля (зажим  $G_E$  подсоединен к зажиму  $L_x$ ) к источнику образцового напряжения.

Источником образцового напряжения может быть нормальный элемент, например НЭ-65, прецизионный стабилитрон и т. д. При этом значение образцового напряжения должно быть близким к номинальному значению того предела измерений, на котором производится калибровка и на котором необходимо получить повышенную точность;

установите резистором  $\blacktriangledown V$ , ось которого выведена под шлиц на переднюю панель вольтметра, на индикаторном табло показание, равное известному значению образцового напряжения;

отключите источник образцового напряжения от вольтметра и проводите далее измерения на откалиброванном пределе измерений согласно указаниям п. 10.2.1;

если необходимо далее провести измерения постоянного напряжения с повышенной точностью на другом пределе измерений, то повторите все описанные выше операции по калибровке на этом пределе измерений.

10.2.7. При измерении отношения двух постоянных напряжений имеется возможность расширения диапазона напряжений по входу  $U_{xy}$  до 100 В. Для этого используйте внешний делитель напряжения с коэффициентом деления 1 : 10.

В этом случае основная погрешность измерения отношения двух постоянных напряжений не превышает

$$\delta'_{xy} = \pm \left[ \delta_{\text{дел.}} + \left( 0,01 + 0,01 \frac{S_{\text{п}}}{S} \right) \frac{100\text{В}}{U_{xy}} \right], \text{ при использовании пределов } U_{\text{п}} = 0,1; 1; 10 \text{ В,} \quad (12)$$

$$\delta'_{xy} = \pm \left[ \delta_{\text{дел.}} + \left( 0,015 + 0,01 \frac{S_{\text{п}}}{S} \right) \frac{100\text{В}}{U_{xy}} \right], \text{ при использовании пределов } U_{\text{п}} = 100; 1000 \text{ В,}$$

где  $\delta'_{xy}$  — основная погрешность измерения отношения двух постоянных напряжений при расширении диапазона напряжений по входу  $U_{xy}$  до 100 В, %;

$\delta_{\text{дел.}}$  — погрешность внешнего делителя напряжения, %;

$S_{\text{п}}$  — предел измерений отношения двух постоянных напряжений;

$S$  — показание вольтметра;

$U_{xy}$  — напряжение на входе  $H_x$  вольтметра, В;

$U_{\text{п}}$  — установленный предел по входу  $H_x$  вольтметра.

Для проведения измерения отношения двух постоянных напряжений при расширении диапазона напряжений по входу  $U_{xy}$ : подготовьте вольтметр к работе согласно указаниям пп. 10.1.1, 10.1.2;

подсоедините согласно рис. 12 параллельно источнику напряжения  $U_{xy}$  внешний делитель напряжения ( $R_1, R_2$ ) с коэффициентом деления 1 : 10;

произведите далее измерения согласно указаниям п. 10.2.3.

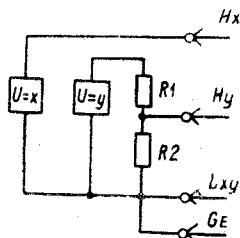


Рис. 12. Схема электрическая структурная подключения к вольтметру внешнего делителя напряжения

## 11. ХАРАКТЕРНЫЕ НЕИСПРАВНОСТИ И МЕТОДЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ

### 11.1. Указания по ремонту

11.1.1. При ремонте вольтметра необходимо соблюдать меры безопасности, указанные в разделе 8.

11.1.2. Вольтметр состоит из отдельных функциональных узлов, поэтому прежде всего необходимо определить, в каком функциональном узле имеет место неисправность, затем следует отыскать неисправную цепь или каскад, а затем и неисправный элемент. Для этого необходимо ознакомиться с принципом действия вольтметра, изложенном в разделе 5.

11.1.3. При отыскании неисправностей необходимо ориентироваться на режимы работы и эпюры напряжений, приведенные в приложении 2.

11.1.4. При отыскании неисправностей в цифровой части вольтметра необходимо руководствоваться следующими правилами:

для всех логических микросхем, выполняющих функцию И—НЕ, характерным признаком выхода из строя является сохранение на выходе микросхемы «1» при наличии «1» на всех ее входах или сохранение на выходе «0» при наличии «0» на одном из входов;

для всех логических микросхем, выполняющих функцию ИЛИ—НЕ, характерным признаком выхода из строя является сохранение на выходе микросхемы «1» при наличии «1» на выходах И или сохранение на выходе «0» при наличии «0» на входах ИЛИ.

Для триггеров характерными признаками выхода из строя являются:

наличие «0» или «1» одновременно на двух выходах  $Q$  и  $\bar{Q}$ ;

триггер не меняет свое состояние при поступлении счетных импульсов и наличии «1» на входах  $J, K$  и  $R$ .

11.1.5. Проверку схем, содержащих МДП-транзисторы, проводить омметрами, замкнув накоротко все выводы каждого транзистора.

Все работы, требующие непосредственного соприкосновения с МДП-транзисторами, должны вестись с заземленным кольцом на руке оператора. Жало паяльника должно быть заземлено. В момент пайки все выводы транзистора должны быть замкнуты накоротко.

11.1.6. Для обеспечения герметичности кожуха аналоговой части прибора после ремонта перед установкой крышки кожуха убедитесь, что резиновая прокладка на крышке и поверхность кожуха, прилегающая к крышке, не загрязнены и не имеют повреждений. Винты, крепящие крышку кожуха, затягивайте равномерно, не допуская перекоса крышки.

11.2. Перечень наиболее часто встречающихся или возможных неисправностей приведен в табл. 19.

установите на индикаторном табло настраиваемого вольтметра показание в пределах от 09,998 до 10,002 В, вращая ось резистора R20, расположенного в преобразователе  $U_{\sim}$ ;

г) произведите калибровку предела измерений 100 В на частоте 1 кГц, для чего:

установите переключатель пределов измерений в положение 100;

установите выходное напряжение прибора В1-9 равным 100 В, (на пределе 100 В) частотой 1 кГц;

установите на индикаторном табло настраиваемого вольтметра показание в пределах от 099,98 до 100,02 В, вращая ось резистора R8, расположенного в преобразователе  $U_{\sim}$ ;

д) произведите калибровку предела 1 В на частоте входного сигнала 100 кГц, для чего:

установите переключатель пределов измерений в положение 1; установите выходное напряжение прибора В1-9 равным 1 В (на пределе 1 В) частотой 100 кГц;

установите на индикаторном табло настраиваемого вольтметра показание в пределах от 0,9995 до 1,0005 В, вращая ось резистора R21, расположенного в преобразователе  $U_{\sim}$ ;

е) произведите калибровку предела измерений 10 В на частоте 100 кГц, для чего:

установите переключатель пределов измерений в положение 10; установите выходное напряжение прибора В1-9 равным 10 В (на пределе 10 В) частотой 100 кГц;

установите на индикаторном табло настраиваемого вольтметра показание в пределах от 09,995 до 10,005 В, вращая ось резистора R24, расположенного в преобразователе  $U_{\sim}$ ;

ж) произведите калибровку предела измерений 100 В на частоте 100 кГц, для чего:

установите переключатель пределов измерений в положение 100;

установите выходное напряжение прибора В1-9 равным 100 В (на пределе 100 В) частотой 100 кГц;

установите на индикаторном табло настраиваемого вольтметра показание в пределах от 099,90 до 100,10 В (при установленном экране преобразователя  $U_{\sim}$ ), осуществляя грубую настройку подключением конденсаторов С1, С4, С6 с помощью перемычек 1-1', 2-2', 3-3' (см. схему электрическую принципиальную преобразователя  $U_{\sim}$ ) и плавную настройку с помощью конденсатора С9.

## 12. ПОВЕРКА ВОЛЬТМЕТРА

Настоящий раздел распространяется на вольтметры универсальные цифровые типа В7-28 и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверок.

### 12.1. Операции и средства поверки

12.1.1. При проведении поверки должны производиться операции и применяться средства поверки, указанные в табл. 24.

Таблица 24

Номер пункта раздела поверки	Наименование операций, производимых при поверке	Проверяемые отметки	Допускаемые значения погрешностей или предельные значения определяемых параметров	Средства поверки	
				образцовые	вспомогательные
12.3.1	Внешний осмотр				
12.3.2	Опробование				
12.3.3	Проверка электрической прочности изоляции		не более 17В	В7-22	В1-7 В1-9 УПУ-1М
12.3.4	Определение максимального напряжения между зажимом Nху входного кабеля К2 и зажимом Lху входного кабеля К1 при измерении сопротивления		$\pm 2$ единицы младшего разряда	НЭ-65 (10 шт.)	В5-24А
12.3.5	Проверка способности вольтметра выдерживать перегрузку	10 В (постоянное напряжение)	Входное сопротивление не менее $10^8$ Ом	В7-15	
12.3.6	Проверка электропитания вольтметра		Входной ток не более $10^{-10}$ А		Конденсатор К73-11-63В-1 мкФ $\pm 10\%$ секундомер С-1-2а
12.3.7	Определение входного сопротивления и входного тока при измерении постоянных напряжений				
12.3.8	Определение метрологических параметров				

Номер пункта раздела поверки	Наименование операций, производимых при поверке	Поверяемые отметки	Допускаемые значения погрешностей или предельные значения определяемых параметров	Средства поверки	
				образцовые	вспомогательные
12.3.8а	Определение основной погрешности и проверка пределов измерений постоянного напряжения	7.10 <sup>-6</sup> ; 0,1; 0,3; 0,5; 0,7; 1,0; 1,2 U <sub>п</sub> на U <sub>п</sub> =0,1 В 0,1; 0,5; 1,0; 1,2 U <sub>п</sub> на U <sub>п</sub> =1 В 0,1; 0,3; 0,5; 0,7; 1,0; 1,2 U <sub>п</sub> на U <sub>п</sub> =10 В 0,1; 1,0; 1,2 U <sub>п</sub> на U <sub>п</sub> =100 В 0,1; 1,0 U <sub>п</sub> на U <sub>п</sub> =1000 В	Допускаемые значения погрешностей для поверяемых отметок указаны в табл. 26	В1-7 НЭ-65 (10 шт.) Р313	
12.3.8б	Определение основной погрешности и проверка пределов измерений отношения двух постоянных напряжений	0,1; 0,2; 0,5; 0,8; 1,0 S <sub>п</sub> (U <sub>у</sub> =const) 0,125; 0,2; 0,5; 1,0; 1,2 S <sub>п</sub> (U <sub>х</sub> =const) на S <sub>п</sub> =1 (U <sub>п</sub> =10 В); 1,0 S <sub>п</sub> на S <sub>п</sub> =0,01; 0,1; 10; 100 (U <sub>п</sub> =0,1; 1,0; 100; 1000 В)	Допускаемые значения погрешностей для поверяемых отметок указаны в табл. 27, 28	НЭ-65 (10 шт.) В1-7 Р313	
12.3.8в	Определение основной погрешности и проверка пределов измерений переменного напряжения	7.10 <sup>-4</sup> ; 0,1; 0,5; 1,0 U <sub>п</sub> ~ на U <sub>п</sub> ~=1В 0,1; 0,3; 0,5; 0,7; 1,0 U <sub>п</sub> ~ на U <sub>п</sub> ~=10 В 0,1; 0,5; 1,0 U <sub>п</sub> ~ на U <sub>п</sub> ~=100 В 0,1; 0,15; 0,3 U <sub>к</sub> ~ на U <sub>п</sub> ~=300 В f=20 Гц; 40 Гц; 60 Гц; 1,5, 10, 20, 60, 80, 100 кГц на U <sub>п</sub> ~=1; 10 В	Допускаемые значения погрешностей для поверяемых отметок указаны в табл. 29	В1-9 Я1В-20	

Номер пункта раздела поверки	Наименование операций, производимых при поверке	Поверяемые отметки	Допускаемые значения погрешностей или предельные значения определяемых параметров	Средства поверки	
				образцовые	вспомогательные
12.3.8г	Определение основной погрешности и проверка пределов измерений отношения переменного напряжения к постоянному напряжению	f=20 Гц; 60 Гц; 1, 5, 20, 80, 100 кГц на U <sub>п</sub> ~=100 В f=20 Гц; 60 Гц; 1, 5, 20, 50, 100 кГц на U <sub>п</sub> ~=300 В	Допускаемые значения погрешностей для поверяемых отметок указаны в табл. 30, 31	В1-9 НЭ-65 (10 шт.)	
12.3.8д	Определение основной погрешности и проверка пределов измерений сопротивления постоянному току	0,001; 0,5; 1,0; 1,2 R <sub>п</sub> на R <sub>п</sub> =0,1 кОм; 0,0001; 0,5; 1,0; 1,2 R <sub>п</sub> на R <sub>п</sub> =1, 10 кОм; 0,0001; 0,5; 1,0 R <sub>п</sub> на R <sub>п</sub> =100 кОм; 0,1; 0,5; 1,0 на R <sub>п</sub> =1000; 10000 кОм	Допускаемые значения погрешностей для поверяемых отметок указаны в табл. 32	Р327 Р4011 (2 шт.) Р4021 (2 шт.)	

Номер пункта раздела поверки	Наименование операций, производимых при поверке	Поверяемые отметки	Допускаемые значения погрешностей или предельные значения определяемых параметров	Средства поверки	
				образцовые	вспомогательные
12.3.9	Проверка выхода на внешнее цифрорпечатывающее устройство	Логический 0 Логическая 1 Кодирование согласно табл. 2—5	не более 0,4 В не менее 2,4 В	В7-22 С1-64	В1-7
12.3.10	Проверка дистанционного управления				Г5-63

**Примечания:** 1. Вместо указанных в табл. 24 образцовых и вспомогательных средств поверки разрешается применять другие аналогичные меры и измерительные приборы, обеспечивающие измерения соответствующих параметров с требуемой точностью.

2. Все средства поверки должны быть исправны, поверены и иметь свидетельства (отметки в формулярах или паспортах) о государственной или ведомственной поверке.

3. Операции по пп. 12.3.3, 12.3.4—12.3.6 должны производиться только после ремонта вольтметра, причем по п. 12.3.6—только в случае, если производился ремонт источников питания.

12.1.2. Основные технические характеристики образцовых и вспомогательных средств поверки, необходимых при поверке прибора по методикам настоящего раздела или другим типовым методикам, указанным в табл. 25.

12.2. Условия поверки и подготовка к ней

12.2.1. При проведении операций поверки должны соблюдаться следующие условия:

температура окружающей среды  $293 \pm 5\text{K}$  ( $20 \pm 5^\circ\text{C}$ );

относительная влажность воздуха  $65 \pm 15\%$ ;

атмосферное давление  $100 \pm 4$  кПа ( $700 \pm 30$  мм рт. ст.);

напряжение источника питания  $220 \pm 4,4$  В,  $50 \pm 0,5$  Гц.

Поверка вольтметра по методике п. 12.3.3 д—и должна проводиться при температуре  $293 \pm 2\text{K}$  ( $20 \pm 2^\circ\text{C}$ ).

12.2.2. Перед проведением поверки вольтметр должен быть выдержан не менее 4 ч при температуре от 15 до  $30^\circ\text{C}$ . Перед поверкой по методике п. 12.3.4 д—и вольтметр должен быть дополнительно выдержан не менее 2 ч при температуре  $20 \pm 2^\circ\text{C}$ .

12.2.3. Перед проведением операций поверки необходимо выполнить подготовительные работы, оговоренные в разделе «Подготовка к работе» настоящего ТО.

Наименование средства поверки	Основные технические характеристики средства поверки		Рекомендуемое средство поверки (тип)	Примечание
	пределы измерения	погрешность		
1. Образцовые средства поверки 1.1. Прибор для поверки вольтметров постоянного тока	$U_{\text{вых}} = 10^{-6} - 10^3 \text{ В}$	$\delta \leq \pm \frac{1}{3} (0,025 + 0,005 \frac{U_{\text{п}}}{U_{\text{х}}}) \%$ при проверке пределов 0,1; 1; 10 В; $\delta \leq \pm \frac{1}{3} (0,03 + 0,005 \frac{U_{\text{п}}}{U_{\text{х}}}) \%$ при проверке пределов 100; 1000 В $\delta_1$ — определяется из условия: $\delta_1 + \delta_2 \leq \pm \frac{1}{3} (0,01 + 0,01 \frac{S_{\text{п}}}{S}) \frac{10 \text{ В}}{U_{\text{н}}}$ при проверке пределов $U_{\text{п}} = 0,1; 1; 10 \text{ В}$ $\delta_1 + \delta_2 \leq \pm \frac{1}{3} (0,015 + 0,01 \frac{S_{\text{п}}}{S}) \frac{10 \text{ В}}{U_{\text{н}}}$ при проверке пределов $U_{\text{п}} = 100; 1000 \text{ В}$	В1-7 совместно с РЗ13 и батарей из 10 нормальных элементов НЭ-65	$\delta$ -погрешность, требуемая при проверке вольтметра в режиме измерения постоянного напряжения $\delta_1$ -погрешность, требуемая при проверке вольтметра в режиме измерения отношения двух постоянных напряжений. Значение этой погрешности зависит от значения погрешности $\delta_2$ второго прибора используемого при проверке в качестве источника напряжения $U_{\text{н}}$

Продолжение табл. 25

Наименование средства поверки	Основные технические характеристики средства поверки		Рекомендуемое средство поверки (тип)	Примечание
	пределы измерения	погрешность		
1.2. Прибор для поверки вольтметров	$U_{\text{вых}} = 1 - 10 \text{ В}$	$\delta_2$	Батарея из 10 нормальных элементов НЭ-65	$\delta_2$ -погрешность, требуемая при проверке вольтметра в режиме измерения отношения двух постоянных напряжений. Значение этой погрешности зависит от значения погрешности $\delta_1$ первого прибора, используемого при проверке в качестве источника напряжения $U_{\text{н}}$ и определяется из условия, приведенного в п. 1.1 табл. 25
1.3. Прибор для поверки вольтметров переменного тока	$U_{\text{вых}} = 10^{-4} - 300 \text{ В}$ $f = 20 - 100000 \text{ Гц}$	При проверке пределов 1; 10 В: $\delta_3 \leq \pm \frac{1}{3} (0,25 + 0,15 \frac{U_{\text{п}}}{U_{\text{х}}}) \%$ в диапазоне частот от 20 до 60 Гц; $\delta_3 \leq \pm \frac{1}{3} (0,15 + 0,05 \frac{U_{\text{п}}}{U_{\text{х}}}) \%$ в диапазоне частот от 60 Гц до 5 кГц; $\delta_3 \leq \pm \frac{1}{3} (0,35 + 0,05 \frac{U_{\text{п}}}{U_{\text{х}}}) \%$ в диапазоне частот от 5 до 20 кГц;	В1-9 совместно с Я1В-20	$\delta_3$ -погрешность, требуемая при проверке вольтметра в режиме измерения переменного напряжения

Наименование средства поверки	Основные технические характеристики средства поверки		Рекомендуемое средство поверки, (тип)	Примечание
	пределы измерения	погрешность		
		$\delta_3 \leq \pm \frac{1}{3} (0,5 + 0,1 \frac{U_{п \sim}}{U_x}) \%$ в диапазоне частот от 20 до 100 кГц; при поверке предела 100 В: $\delta_3 \leq \pm \frac{1}{3} (0,25 + 0,15 \frac{U_{п \sim}}{U_x}) \%$ в диапазоне частот от 20 до 60 Гц; $\delta_3 \leq \pm \frac{1}{3} (0,2 + 0,05 \frac{U_{п \sim}}{U_x}) \%$ в диапазоне частот от 60 Гц до 5 кГц; $\delta_3 \leq \pm \frac{1}{3} (0,5 + 0,05 \frac{U_{п \sim}}{U_x}) \%$ в диапазоне частот от 5 до 20 кГц; $\delta_3 \leq \pm \frac{1}{3} (0,9 + 0,1 \frac{U_{п \sim}}{U_x}) \%$ в диапазоне частот от 20 до 100 кГц; при поверке предела 300 В: $\delta_3 \leq \pm \frac{1}{3} (0,25 + 0,15 \frac{U_{к \sim}}{U_x}) \%$ в диапазоне частот от 20 до 60 Гц;		

Наименование средства поверки	Основные технические характеристики средства поверки		Рекомендуемое средство поверки, (тип)	Примечание
	пределы измерения	погрешность		
1.4. Образцовая мера со- противления	$R = 0,1 - 10^7 \text{ Ом}$	$\delta_3 \leq \pm \frac{1}{3} (0,2 + 0,05 \frac{U_{к \sim}}{U_x}) \%$ в диапазоне частот от 60 Гц до 5 кГц; $\delta_3 \leq \pm \frac{1}{3} (0,5 + 0,05 \frac{U_{к \sim}}{U_x}) \%$ в диапазоне частот от 5 до 20 кГц; $\delta_3 \leq \pm \frac{1}{3} (0,9 + 0,1 \frac{U_{к \sim}}{U_x}) \%$ в диапазоне частот от 20 до 100 кГц $\delta_R \leq \pm \frac{1}{3} (0,04 + 0,01 \frac{R_{п}}{R}) \%$ при поверке пределов 0,1; 1; 10; 100; 1000 кОм; $\delta_R \leq \pm \frac{1}{3} (0,05 + 0,01 \frac{R_{п}}{R}) \%$ при поверке предела 10000 кОм	P327 совместно с P4011 и P4021 P4021	
2. Вспомогательные сред- ства поверки				
2.1. Вольтметр универ- сальный	$U = 0,1 - 100 \text{ В}$ $U_{\sim} = 300 \text{ В}$ $f = 50 \text{ Гц}$ $R = 10^9 \text{ Ом}$	0,25 % 1 % 4 %	B7-22  B7-15	

Наименование средства поверки	Основные технические характеристики средства поверки		Примечание
	пределы измерения	погрешность	
2.2. Осциллограф элек- тронный	Развертка 100 мс/дел $A = 0,1 - 10$ В	5%	С1-64
2.3. Источник постоянно- го тока	$U_{\text{вых}} = 200 -$ $-2000$ В	Нестабильность 0,01% при изменении напряжения сети на $\pm 10\%$	Б5-24А
2.4. Генератор импульсов	$\tau = 0,1 -$ $-1000$ мкс $A = 60$ В		Г5-63
2.5. Секундомер	60 с, 30 мин	$\pm 0,3$ с $\pm 1$ с	С-1-2а
2.6. Конденсатор	1 мкФ, 63 В	10%	К73-11 ОЖ0.467.099 ТУ
2.7. Универсальная про- бойная установка	$U = 1600$ В	2%	УПУ-1М

## 12.3. Проведение поверки

## 12.3.1. Внешний осмотр

При проведении внешнего осмотра должно быть установлено соответствие цифрового вольтметра следующим требованиям:  
наличие в комплекте вольтметра входных кабелей К1 и К2;  
отсутствие механических повреждений, влияющих на точность показаний вольтметра;

наличие и прочность крепления органов управления и коммутации, четкость фиксации их положений, наличие предохранителя; чистота разъемов;  
четкость маркировки вольтметра.

Вольтметр не допускается к дальнейшей поверке, если при его внешнем осмотре обнаружены дефекты:

отсутствуют, расшатаны или повреждены наружные части;  
внутри вольтметра находятся незакрепленные предметы;  
имеются трещины и другие повреждения.

## 12.3.2. Опробование

Опробование работы вольтметра производите следующим образом:

подготовьте вольтметр к работе согласно указаниям раздела 9 и прогрейте в течение 5 мин;

проверьте возможность установки нулевого показания в режиме измерения постоянного напряжения согласно п. 10.1.2 и в режиме измерения сопротивления согласно п. 10.2.5 а, б;

соедините вход вольтметра с выходом прибора В1-7. Регулируя входное напряжение, убедитесь в том, что вольтметр измеряет постоянное напряжение на всех пределах измерений и что в каждом из разрядов индикаторного табло может индцироваться каждая из предусмотренных в нем цифр (0 и 1 в старшем разряде, от 0 до 9 во всех остальных разрядах);

Если отсутствует индикация хотя бы одной цифры или в разряде появляется более одной цифры одновременно, вольтметр бракуется.

Убедитесь в правильной индикации полярности при измерении полярности входного напряжения;

соедините вход вольтметра с выходом прибора В1-9. Регулируя входное напряжение, убедитесь в том, что вольтметр измеряет переменное напряжение на всех пределах измерений и что при этом отсутствует индикация полярности;

установите переключатель рода работы в положение R, переключатель пределов — в положение АВТ, подключите кабель К2, замкните накоротко зажимы Lху, Нху кабелей К1, К2 и убедитесь в правильном выборе предела измерения — 0,1 кОм. Разомкните зажимы Lху, Нху кабелей и убедитесь в правильном выборе предела измерений — 10000 кОм, при этом также должен индцироваться знак перегрузки >>.

Неисправный вольтметр бракуется и направляется в ремонт.

### 12.3.3. Проверка электрической прочности изоляции

Электрическую прочность изоляции цепей, указанных в табл. 6, проверяйте следующим образом:

соедините выход установки УПУ-1М с зажимами, клеммами или штырями проверяемой цепи, причем при испытаниях цепи питания тумблер СЕТЬ должен быть включен, при испытаниях остальных цепей выключен;

подайте испытательное напряжение, значение которого для каждой цепи указано в табл. 6. Подачу испытательного напряжения производите, начиная с нуля или со значения, не превышающего рабочее напряжение. Поднимайте напряжение плавно или равномерно ступенями, не превышающими 10% от значения испытательного напряжения;

выдержите цепь под испытательным напряжением в течение 1 мин, после чего напряжение плавно или ступенями уменьшите до нуля.

Результат испытаний считайте удовлетворительным, если во время проверки не было пробоя и поверхностного перекрытия изоляции.

### 12.3.4. Определение максимального напряжения между зажимом Нху входного кабеля К2 и зажимом Лху входного кабеля К1 при измерении сопротивления

Определение максимального напряжения между зажимом Нху входного кабеля К2 и зажимом Лху входного кабеля К1 при измерении сопротивления проводите методом непосредственной оценки в следующей последовательности:

если вольтметр не был подготовлен к работе, подготовьте его согласно указаниям раздела 9 и прогрейте в течение 5 мин;

установите переключатель рода работы в положение R;

установите переключатель пределов измерений в положение 1;

измерьте вольтметром В7-22 постоянное напряжение между зажимом Нху кабеля К2 и зажимом Лху кабеля К1.

Результат проверки считайте удовлетворительным, если измеренное напряжение составляет не более 17 В.

### 12.3.5. Проверка способности вольтметра выдерживать перегрузку

Проверку способности вольтметра выдерживать перегрузку проводите следующим образом:

если вольтметр не был подготовлен к работе, подготовьте его согласно указаниям раздела 9 и прогрейте в течение 5 мин;

установите переключатель рода работы в положение V<sub>==</sub>;

установите переключатель пределов измерений в положение 0,1;

подайте на вход вольтметра от источника постоянного тока Б5-24А напряжение перегрузки 300 В и поддерживайте его в течение одной минуты, при этом на табло должен индцироваться знак  $\gg$  (перегрузка);

снимите напряжение перегрузки, установите переключатель рода работы в положение R;

установите переключатель пределов измерений в положение АВТ;

подключите кабель К2;

замкните накоротко зажимы Нху и Лху кабелей К2 и К1 и убедитесь в правильном выборе предела измерений—0,1 кОм;

разомкните зажимы Нху и Лху кабелей К2 и К1 и убедитесь в правильном выборе предела измерений—10000 кОм, при этом также должен индцироваться знак  $\gg$  (перегрузка);

установите переключатель рода работы в положение V<sub>==</sub>; переключатель пределов измерений—в положение 100 В и подайте на вход вольтметра от источника постоянного тока Б5-24А напряжение перегрузки 1200 В. Поддерживайте его в течение одной минуты, при этом на табло должен индцироваться знак перегрузки;

по истечении одной минуты уменьшайте выходное напряжение источника Б5-24А до минимального значения, установите переключатель пределов измерений вольтметра в положение 1000; убедитесь, что вольтметр измеряет выходное напряжение источника Б5-24А;

Результат проверки считайте удовлетворительным, если вольтметр выдерживает перегрузку напряжения 300 В на пределе измерений 0,1 В и напряжения 1200 В на пределе измерений 100 В.

### 12.3.6. Проверка электропитания вольтметра

Проверку электропитания вольтметра после ремонта источников питания проводите при крайних значениях напряжения сети: 198 и 242 В.

Перед испытаниями при номинальном напряжении сети подготовьте вольтметр к работе и произведите установку нуля согласно указаниям раздела 9 и п. 10.1, установите предел измерения постоянного напряжения 10 В, подсоедините штекер Нх и соединенные вместе зажимы Лху, G<sub>е</sub> входного кабеля К1 к батарее из десяти нормальных элементов НЭ-65. Зафиксируйте показание вольтметра. Изменяя напряжение питающей сети, наблюдайте показания вольтметра при крайних значениях напряжения сети.

Результат испытаний считайте удовлетворительным, если при крайних значениях напряжения сети показания изменяются не более, чем на  $\pm 2$  единицы младшего разряда.

### 12.3.7. Определение входного сопротивления и входного тока при измерении постоянных напряжений

Определение входного сопротивления при измерении постоянных напряжений проводите методом непосредственной оценки в следующей последовательности:

если вольтметр не был подготовлен к работе, подготовьте его согласно указаний раздела 9, п. 10.1.1;

установите переключатель рода работы в положение  $V_{\text{---}}$ , переключатель пределов измерений — в положение 10;

подсоедините зажим  $H_x$  и соединенные вместе зажимы  $L_{xy}$  и  $G_E$  кабеля  $K1$  к вольтметру В7-15 и измерьте им входное сопротивление вольтметра В7-28 по входу  $H_x$ .

Результат поверки считайте удовлетворительным, если входное сопротивление не менее  $10^9$  Ом.

Определение входного тока при измерении постоянных напряжений проводите в следующей последовательности:

если вольтметр не был подготовлен к работе, подготовьте его согласно указаниям раздела 9, п. 10.1.1;

соберите схему измерений в соответствии с рис. 19;

установите переключатель рода работы в положение  $V_{\text{---}}$ , переключатель пределов измерений — в положение 0,1;

отсоедините перемычку  $S$  от зажима  $H_x$  и через 10—20 с включите секундомер, записав при этом показание  $U_1$  вольтметра В7-28; через 100 с после включения секундомера запишите показание вольтметра В7-28;

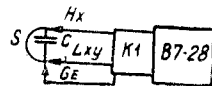


Рис. 19. Схема электрическая структурная определения входного тока при измерении постоянных напряжений.

- $S$  — перемычка;  
 $C$  — конденсатор К73-11-63 в-1 мкФ  $\pm 10\%$  ОЖ0.461.093 ТУ;  
 $K1$  — кабель входной Тг4.853.871, входящий в комплект вольтметра В7-28;  
 $B7-28$  — поверяемый вольтметр.

определите входной ток по формуле:

$$I_{вх} = \frac{C}{t} (U_2 - U_1), \quad (13)$$

где  $I_{вх}$  — входной ток, А;

$C$  — емкость конденсатора  $C$ , равная  $10^{-6}$  Ф;

$t$  — время измерения, равное 100 с;

$(U_2 - U_1)$  — изменение показаний вольтметра за время  $t$ , В.

Результат поверки считайте удовлетворительным, если входной ток не превышает  $1 \cdot 10^{-10}$  А.

### 12.3.8. Определение метрологических параметров

а) Определение основной погрешности и проверку пределов измерений постоянного напряжения проводите методом сравнения в следующей последовательности:

подготовьте вольтметр к работе согласно указаниям раздела 9 и пункта 10.1;

соберите схему в соответствии с рис. 20а для пределов измерений 0,1; 1 В и в соответствии с рис. 20б для пределов измерений 10; 100; 1000 В. Прибор В1-7 должен быть откалиброван по внешней мере ЭДС—батареи из 10 нормальных элементов, соединенных последовательно; произведите поверку вольтметра в точках, указанных в табл. 25, для положительной полярности входного напряжения, предварительно установив нулевое показание вольтметра, не отключая его от схемы при входном напряжении прибора В1-7, равном нулю;

погрешность измерений определяйте по формуле:

$$\Delta U = \frac{U_x - U_0}{\gamma}, \quad (14)$$

где  $\Delta U$  — абсолютное значение основной погрешности измерения постоянного напряжения вольтметра В7-28, выраженное в единицах младшего разряда;

$U_x$  — показание вольтметра В7-28, В;

$U_0$  — действительное значение измеряемого напряжения, указанное в табл. 26, В;

$\gamma$  — цена единицы младшего разряда, В;

произведите проверку вольтметра при отрицательной полярности входного напряжения в точках 0,1  $U_n$ , 0,5  $U_n$ , 1,0  $U_n$  для пределов измерений 0,1; 1; 10 В и в точках 1,0  $U_n$  для пределов измерений 100; 1000 В. Смену полярности производите на выходе прибора В1-7, меняя положение концов кабеля, подключенного к его выходу, при этом зажимы  $L_{xy}$  и  $G_E$  должны быть всегда соединены между собой. После смены полярности перед поверкой установите нулевое показание вольтметра, не отключая его от схемы при выходном напряжении прибора В1-7, равном нулю.

Результаты поверки считайте удовлетворительными, если основная погрешность вольтметра не превышает значений, указанных в табл. 26.

Определение основной погрешности за 16 ч после калибровки проводите методом сравнения в следующей последовательности:

после двухчасового прогрева произведите установку нуля по методике п. 10.1.2.

установите предел измерения постоянного напряжения 10 В;

подсоедините штекер Нх и соединенные вместе зажимы Lху, G<sub>в</sub> входного кабеля К1 к внешней мере, например, батарее из десяти нормальных элементов НЭ-65;

установите резистором  $\nabla$  V показание вольтметра, равное суммарному значению э.д.с. нормальных элементов батареи;

через 16 ч определите показания вольтметра при использовании батарей из десяти, из пяти и одного элемента.

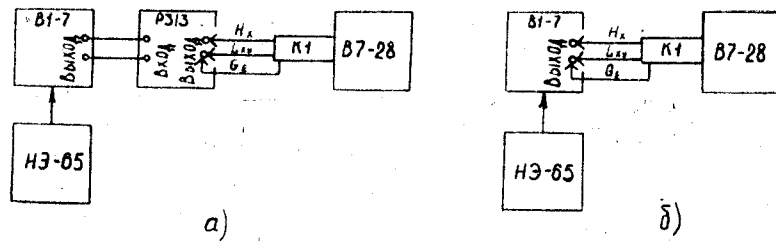


Рис. 20. Схема электрическая структурная определения основной погрешности измерения постоянного напряжения.

НЭ-65 — батарея из 10 нормальных элементов НЭ-65, соединенных последовательно;

В1-7 — прибор для проверки вольтметров, дифференциальный вольтметр постоянного тока;

Р313 — делитель напряжения;

К1 — кабель входной Тг4.853.871, входящий в комплект вольтметра В7-28;

В7-28 — поверяемый вольтметр.

Таблица 26

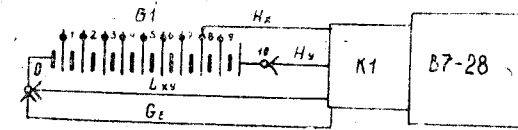
Предел измерений, В	Поверяемая точка, U <sub>в</sub> , В	Выходное напряжение прибора В1-7, В	Коэффициент деления делителя Р313	Показание вольтметра В7-28 U <sub>х</sub> , В		Основная погрешность, ± единица младшего разряда		
				при полож. вх. сигн.	при отриц. вх. сигн.	при полож. вх. сигн.	при отриц. вх. сигн.	
0,1	0,00007	0,0007	1:100				5,0	
	0,010000	1,0000	1:100				7,5	
	0,030000	3,0000	1:100				12,5	
	0,050000	5,0000	1:100				17,5	
	0,070000	7,0000	1:100				22,5	
	0,100000	10,0000	1:100				30,0	
	0,119950	11,9950	1:100				35,0	
	1	0,10000	1,0000	1:10				7,5
		0,50000	5,0000	1:10				17,5
		1,00000	10,0000	1:10				30,0
1,19950		11,9950	1:10				35,0	

Предел измерений, В	Поверяемая точка, $U_0$ , В	Выходное напряжение прибора В1-7, В	Коэффициент деления делителя Р313	Показание вольтметра В7-28 $U_x$ , В		Основная погрешность, $\pm$ единица младшего разряда		
				при полож. вх. сигн.	при отриц. вх. сигн.	измеренная $\Delta U$	при полож. вх. сигн.	при отриц. вх. сигн.
10	01.0000	1.0000	—					7,5
	03.0000	3.0000	—					12,5
	05.0000	5.0000	—					17,5
	07.0000	7.0000	—					22,5
	10.0000	10.0000	—	—				30,0
	11.9950	11.9950	—	—				35,0
100	010.000	10.0000	—					8,0
	100.000	100.0000	—					35,0
	119.950	119.9500	—					41,0
1000	0100.00	100.0000	—					8,0
	1000.00	1000.0000	—					35,0

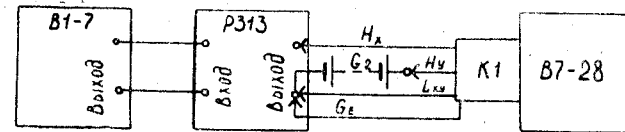
Результат испытаний считайте удовлетворительным, если через 16 ч показания вольтметра не отличаются более чем на  $\pm 15$ ;  $\pm 10$ ;  $\pm 6$  единиц младшего разряда от суммарного значения эдс десяти, пяти и одного элемента соответственно.

б) Определение основной погрешности и проверку пределов измерений отношения двух постоянных напряжений проводите методом сравнения в следующей последовательности:

если вольтметр не был подготовлен к работе, подготовьте его согласно указаниям раздела 9 и п. 10.1;



а)



б)

Рис. 21. Схема электрическая структурная определения основной погрешности измерения отношения двух постоянных напряжений.

$G_1$  — батарея из 10 нормальных элементов НЭ-65, соединенных последовательно;

$K_1$  — кабель входной Тг4.853.871, входящий в комплект вольтметра В7-28;

В1-7 — прибор для проверки вольтметров, дифференциальный вольтметр постоянного тока;

Р313 — делитель напряжения;

$G_2$  — батарея из 9 нормальных элементов НЭ-65, соединенных последовательно;

В7-28 —веряемый вольтметр.

собрите схему измерений в соответствии с рис. 21а и произведите проверку вольтметра в точках, указанных в табл. 27.

Измерения производите для значений  $U_x$  и  $U_y$  одинаковой полярности — положительной и отрицательной.

Действительное значение отношения  $S_0$  определите по формуле:

$$S_0 = \frac{U_x}{U_y}, \quad (15)$$

где  $U_x, U_y$ —суммарные значения ЭДС нормальных элементов, подключенных ко входам  $H_x$  и  $H_y$  соответственно;

погрешность измерения определите по формуле:

$$\Delta S = \frac{S - S_0}{\gamma}, \quad (16)$$

где  $\Delta S$  — абсолютное значение основной погрешности измерения отношения двух постоянных напряжений, выраженное в единицах младшего разряда;

$S$  — показание вольтметра В7-28;

$S_0$  — действительное значение измеряемого отношения;

$\gamma$  — цена единицы младшего разряда.

Соберите схему измерений в соответствии с рис. 21б;

Произведите проверку вольтметра в точках, соответствующих номинальным значениям пределов измерений согласно табл. 28. Прибор В1-7 должен быть предварительно откалиброван по той же самой батарее нормальных элементов  $G$ , которая используется для проверки вольтметра по схеме рис. 21б. Выходное напряжение прибора В1-7 устанавливать равным

$$U_x = n \cdot U_y, \quad (17)$$

где  $n$ —коэффициент, указанный в табл. 27 для каждого предела измерений;

$U_y$ —суммарное значение эдс нормальных элементов, подключенных ко входу  $H_y, B$ .

Делитель Р313 используйте при измерении на пределах измерений 0,01; 0,1. На пределах измерений 10, 100 подавайте напряжение  $U_x$  непосредственно с выхода прибора В1-7 на вход  $H_x$  вольтметра В7-28.

Измерения производите для значений  $U_x$  и  $U_y$  одинаковой полярности—положительной и отрицательной.

После смены полярности перед проверкой установите нулевое показание вольтметра на пределе 0,1 В в режиме измерения постоянного напряжения, не отключая вольтметр от схемы, при выходном напряжении прибора В1-7, равном нулю.

Действительное значение отношения  $S_0$  определите по формуле (15), где  $U_x$ —выходное напряжение прибора В1-7, В;

$U_y$ —суммарное значение ЭДС нормальных элементов, подключенных ко входу  $H_y, B$ .

Погрешность измерения определите по формуле (16).

Результат проверки считайте удовлетворительным, если основная погрешность вольтметра не превышает значений, указанных в табл. 27, 28.

в) Определение основной погрешности и проверку пределов измерений переменного напряжения проводите методом сравнения в следующей последовательности:

подготовьте вольтметр к работе согласно указаниям раздела 9 и п. 10.1;

соберите схему измерений в соответствии с рис. 22а;

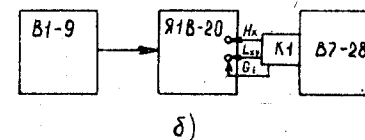
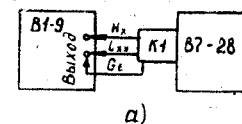


Рис. 22. Схема структурная электрическая определения основной погрешности измерения переменного напряжения

В1-9 — прибор для проверки вольтметров переменного тока;

К1 — кабель входной Тг4.853.871, входящий в комплект вольтметра В7-28;

В7-28 — проверяемый вольтметр;

Я1В-20 — блок усиления напряжения до 300 В.

Таблица 27

Предел измерений отношения	Выводы батареи G для получения напряжений		Действительное значение отношения, $S_0$	Показание вольметра S		Основная погрешность, $\pm$ единица младшего разряда		
	U <sub>x</sub>	U <sub>y</sub>		при полож. вх. сигн.	при отриц. вх. сигн.	измеренная $\Delta S$		допустимая
						при полож. вх. сигн.	при отриц. вх. сигн.	
1 (U <sub>п</sub> =10В)	0-10	0-10						19,5
	0-8	0-10						17,5
	0-5	0-10						15,0
	0-2	0-10						12,0
	0-1	0-10						11,0
	0-1	0-8						13,5
	0-1	0-5						59,0
	0-1	0-2						147,5
	0-1	0-1						196,5
	0-10	0-9						23,0

Таблица 28

Предел измерений отношения	Коэффициент п для определения значения напряжения U <sub>x</sub>	Коэффициент деления делителя P313	Действительное значение отношения, $S_0$	Показание вольметра, S	Основная погрешность, $\pm$ единица младшего разряда	
					измеренная $\Delta S$	допустимая
0,01 (U <sub>п</sub> =0,1 В)	1	1 : 100				22,0
0,1 (U <sub>п</sub> =1 В)	1	1 : 10				22,0
10 (U <sub>п</sub> =100 В)	10	—				27,5
100 (U <sub>п</sub> =1000 В)	100	—				27,5

Таблица 29

Предел измерения, В	Поверяемая точка $U_0$ , В	Частота выходного напряжения прибора В1-9, $f$ кГц	Показание вольтметра В7-28 $U_x$ , В	Основная погрешность, $\pm$ единица младшего разряда	
				измеренная $\Delta U$	допустимая
	0.0007	1			5
	0.1000	1			6,5
1	1 0000	1			12,5
		20 Гц			40
		40 Гц			40
		60 Гц			20
		1			20
		5			20
		10			40
		20			40
		60			60
		80			60
100			60		
10	01.000	1			6,5
		1			9,5
	03.000	1			12,5
		1			12,5
	10.000	20 Гц			40
		40 Гц			40
		60 Гц			20
		1			20
		5			20
		10			40
20				40	
60				60	
80			60		
100			60		
100	010.00	1			7
		1			15
	100.00	20 Гц			40
		60 Гц			25
		1			25
		5			25
		20			55
		80			100
		100			100
		100			100
300	0100.0	1			7
		100			18,5
	0300.0	20 Гц			22,5
		60 Гц			11
		1			11
		5			11
20			20		
50			37		

произведите проверку вольтметра в точках, указанных в табл. 29, при этом устанавливайте выходные напряжения прибора В1-9 на пределах, обеспечивающих наибольшую точность. Проверку вольтметра в точке  $U_0=0300.0$  В проводите по схеме рис. 22б; погрешность измерения определяйте по формуле:

$$\Delta U = \frac{U_x - U_0}{\gamma}, \quad (18)$$

где  $\Delta U$ —абсолютное значение основной погрешности измерения переменного напряжения вольтметра В7-28, выраженное в единицах младшего разряда;

$U_x$ —показание вольтметра В7-28, В;

$U_0$ —действительное значение измеряемого напряжения, указанное в табл. 29, В;

$\gamma$ —цена единицы младшего разряда, В.

Результат поверки считайте удовлетворительным, если основная погрешность вольтметра не превышает значений, указанных в табл. 29.

г) Определение основной погрешности и проверку пределов измерений отношения переменного напряжения к постоянному напряжению проводите методом сравнения в следующей последовательности:

если вольтметр не был подготовлен к работе, подготовьте его согласно указаниям раздела 9 и п. 10.1;

соберите схему измерений в соответствии с рис. 23;

произведите поверку вольтметра в точках, указанных в табл. 30, при частоте напряжения  $U_x$ , равной 1 кГц.

Действительное значение отношения  $S_0$  определите по формуле:

$$S_0 = \frac{U_x}{U_y}, \quad (19)$$

где  $U_x$ —выходное напряжение прибора В1-9, В;

$U_y$ —суммарное значение ЭДС нормальных элементов, подключенных ко входу  $U_y$ , В;

— погрешность измерения определите по формуле:

$$\Delta S = \frac{S - S_0}{\gamma}, \quad (20)$$

где  $\Delta S$ —абсолютное значение основной погрешности измерения отношения переменного напряжения к постоянному, выраженное в единицах младшего разряда;

$S$  — показание вольтметра В7-28;

$S_0$ —действительное значение измеряемого отношения, вычисленное по формуле (19);

$\gamma$  — цена единицы младшего разряда;

произведите поверку вольтметра в точках, указанных в табл. 31,

при подаче на вход Ну напряжения от девяти нормальных элементов (выводы 0—9 батарей G). Выходное напряжение прибора В1-9 устанавливайте согласно формуле (17), значения коэффициента  $\mu$  указаны в табл. 31. Погрешность измерения определяйте по формуле (20).

Результаты поверки считайте удовлетворительными, если основная погрешность вольтметра не превышает значений, указанных в табл. 30, 31.

д) Определение основной погрешности и проверки пределов измерений сопротивления постоянному току проводите методом сравнения в следующей последовательности:

подготовьте вольтметр к работе согласно указаниям раздела 9 и п. 10.1;

соберите схему измерений в соответствии с рис. 24, тип образцовой меры в зависимости от поверяемой точки указан в табл. 32, зажим G<sub>E</sub> кабеля К1 должен быть подсоединен к экрану образцовой меры, если мера экранирована;

произведите поверку вольтметра в точках, указанных в табл. 32;

погрешность измерения определяйте по формуле:

$$\Delta R = \frac{R - R_0}{\gamma}, \quad (21)$$

где  $\Delta R$ —абсолютное значение основной погрешности измерения сопротивления постоянному току вольтметра В7-28, выраженное в единицах младшего разряда;

R—показание вольтметра В7-28, кОм;

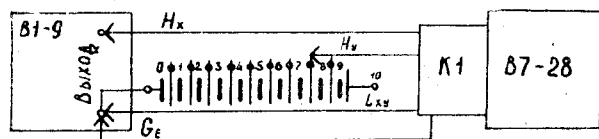


Рис. 23. Схема электрическая структурная определения основной погрешности измерения отношения переменного напряжения к постоянному напряжению  
 В1-9 — прибор для поверки вольтметров переменного тока;  
 G — батарея из 10 нормальных элементов НЭ-65, соединенных последовательно;  
 К1 — кабель входной Тг4.853.871, входящий в комплект вольтметра В7-28;  
 В7-28 — поверяемый вольтметр.

R<sub>0</sub>—действительное значение измеряемого сопротивления, указанное в табл. 32, кОм;

$\gamma$  — цена единицы младшего разряда, кОм.

Результат поверки считайте удовлетворительным, если основная погрешность вольтметра не превышает значений, указанных в табл. 32.

### 12.3.9. Проверка выхода на внешнее цифронпечатывающее устройство

Проверку выхода на внешнее цифронпечатывающее устройство проводите методом непосредственной оценки в следующей последовательности:

если вольтметр не был подготовлен к работе, подготовьте его согласно указаниям раздела 9 и прогрейте в течение 5 мин;

соедините выход прибора В1-7 с зажимом Нх и соединенными вместе зажимами Lху, G<sub>E</sub> кабеля К1, установите переключатель рода работы вольтметра в положение V<sub>---</sub>. Изменяя выходное напряжение прибора В1-7 и измеряя вольтметром В7-22 напряжение на контактах разъема ЦПУ, проверьте соответствие выходных кодовых сигналов требованиям табл. 2—5;

устанавливая переключатель рода работы вольтметра в положение V<sub>~</sub>, V<sub>---</sub>/V<sub>---</sub>, R, проверьте соответствие выходных кодовых сигналов требованиям табл. 2—4;

проверьте наличие команд НАЧАЛО ИЗМЕРЕНИЯ, ПУСК ЦПУ, СОПРОВОЖДЕНИЕ на контактах Р, 6, Д разъема ЦПУ при помощи осциллографа С1-64, при этом: установите переключатель рода работы вольтметра в положение V<sub>---</sub>, переключатель пределов измерения—в положение 1, нажмите кнопку ФИЛЬТР, замкните накоротко зажимы Нх, Lху, G<sub>E</sub>, входного кабеля К1, подайте на вход внешней синхронизации осциллографа сигнал с контакта Р разъема ЦПУ. Сигнал на контакте Р (команда НАЧАЛО ИЗМЕРЕНИЯ) должен соответствовать рис. 25а, на контакте 6 (команда ПУСК ЦПУ)—рис. 25б на контакте Д (команда СОПРОВОЖДЕНИЕ) рис. 25в.

Таблица 30

Предел измерений отношений	Выходное напряжение прибора В1-9, U <sub>x</sub> , В	Выводы батареи G для получения напряжения U <sub>y</sub>	Действительное значение отношения, S <sub>0</sub>	Показание вольметра, S	Основная погрешность, ± единица младшего разряда	
					измеренная, Δ S	допустимая
1 (U <sub>п~</sub> = 10 В)	10,0000	0-10				20,0
	8,0000	0-10				17,0
	5,0000	0-10				12,5
	2,0000	0-10				8,0
	1,0000	0-10				6,5
	1,0000	0-8				8,0
	1,0000	0-5				12,0
	1,0000	0-2				25,5
	1,0000	0-1				42,0
	10,0000	0-9				22,0

Таблица 31

Предел измерений отношения	Коэффициент n для определения значения напряжения U <sub>x</sub>	Частота выходного напряжения прибора В1-9, f, кГц	Действительное значение отношения, S <sub>0</sub>	Показание вольметра, S	Основная погрешность, ± единица младшего разряда	
					измеренная, Δ S	допустимая
0,1 (U <sub>п~</sub> = 1 В)	0,1	20 Гц				41,0
		40 Гц				41,0
		60 Гц				20,5
		1				20,5
		5				20,5
		10				40,5
		20				40,5
		60				61,0
		80				61,0
		100				61,0
1 (U <sub>п~</sub> = 10 В)	1	20 Гц				41,0
		40 Гц				41,0
		60 Гц				20,5
		1				20,5
		5				20,5
		10				40,5
		20				40,5
		60				61,0
		80				61,0
		100				61,0

Предел измерений отношения	Коэффициент п для определения значения напря- жения $U_x$	Частота выходного напряжения прибора В1-9, Гц, кГц	Действительное значение отношения, $S_0$	Показание вольтметра, $S$	Основная погрешность, $\pm$ едини- ца младшего разряда	
					измеренная, $\Delta S$	допустимая
10 ( $U_{п\sim} = 100$ В)	10	20 Гц				41,0
		40 Гц				41,0
		60 Гц				25,0
		1				25,5
		5				25,5
		10				55,5
		20				55,5
		60				101,0
100 ( $U_{п\sim} = 1000$ В)		20 Гц				19,0
		40 Гц				19,0
100 ( $U_{п\sim} = 300$ В)	10	60 Гц				7,5
		1				7,5
		5				7,5
		10				10,5
		20				10,5
		60				20,0
		80				20,0
		100				20,0

Таблица 32

Предел измерений, кОм	Поверяемая точка $R_0$ , кОм	Образцовая мера	Показание вольтметра, $R$ , кОм	Основная погрешность, $\pm$ единица младшего разряда	
				измеренная, $\Delta R$	допустимая
0,1	.000100	P327			10
	.050000				30
	.100000				50
	.119900				58
1	0.00010	P327			10
	0.50000				30
	1.00000				50
	1.19900				58
10	00.0010	P327			10
	05.0000				30
	10.0000				50
	11.9900				58
100	000.010	P327			10
	050.000				30
	100.000				50
1000	0100.00	P327 P4011 (2 шт.*) P4011			14
	0500.00				30
	1000.00				50
10000	01000.0	P4011 P4021 (2 шт.*) P4021			15
	05000.0				35
	10000.0				60

\*—катушки соединены параллельно

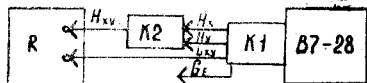


Рис. 24. Схема электрическая структурная определения основной погрешности измерения сопротивления постоянному току  
 R — образцовая мера сопротивления (магазин сопротивлений Р327; катушки электрического сопротивления измерительные Р4011, Р4021);  
 К2 — кабель входной Тг4.853.872, входящий в комплект вольтметра В7-28;  
 К1 — кабель входной Тг4.853.871, входящий в комплект вольтметра В7-28;  
 В7-28 — поверяемый вольтметр.

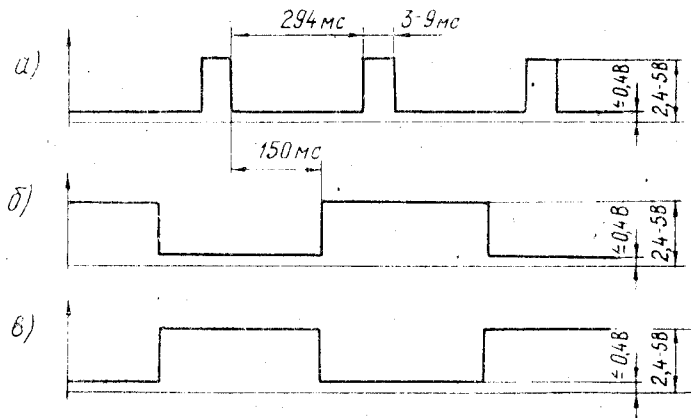


Рис. 25. Форма сигналов НАЧАЛО ИЗМЕРЕНИЯ (а), ПУСК ЦПУ (б), СОПРОВОЖДЕНИЕ (в) на контактах Р, 6, Д разъема ЦПУ

Длительность импульсов на рис. 25 дана ориентировочно, для качественной оценки.

### 12.3.10. Проверка дистанционного управления

Проверку дистанционного управления проводите в следующей последовательности:

если вольтметр не был подготовлен к работе, подготовьте его согласно указаниям раздела 9, к зажимам Нх, Ну кабеля К1 присоедините кабель К2, прогрейте вольтметр в течение 5 мин;

соберите схему измерений в соответствии с рис. 26, установите выходной импульс генератора Г5-63 положительной полярности, длительностью 5—10 мкс, амплитудой 3—5 В в режиме однократного запуска;

проведите поверку вольтметра согласно табл. 33 для каждого рода работы и всех пределов измерений, устанавливая выключатели S1—S13 в соответствующие положения (в положении 0 выключатель замкнут на ОБЩИЙ, в положении 1 на УРОВЕНЬ «1»). На индикаторном табло вольтметра должны индицироваться символы, указанные в табл. 33;

при проверке автоматического выбора пределов измерений после установки выключателей S1—S13 в соответствующие положения

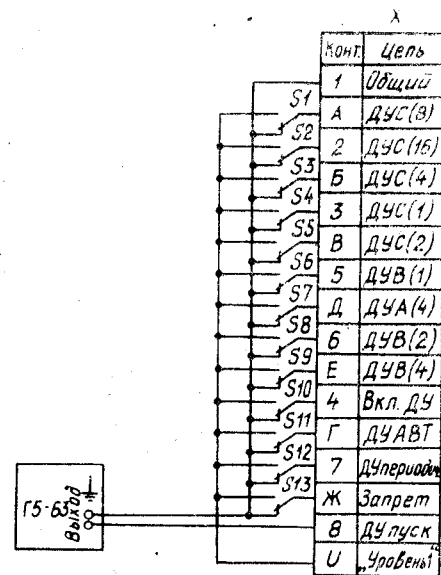


Рис. 26. Схема электрическая структурная проверки дистанционного управления

Г5-63 — генератор импульсов;

S1—S13 — любые двухполюсные выключатели;

X — разъем ДУ, находящийся на задней стенке поверяемого вольтметра

закрывайте накоротко и размыкайте зажимы Нху и Lху кабелей К2 и К1, при этом должно осуществляться переключение пределов измерений вольтметра; при замкнутых зажимах запятая на индикаторном табло должна переместиться справа налево, должен установиться предел измерений 0,1 кОм и показание вольтметра около нуля; при разомкнутых зажимах запятая должна переместиться слева направо, должен установиться предел измерений 1000 кОм и показание вольтметра  $\gg 120001$  кΩ;

при проверке разового запуска после установки выключателей S1—S11, S13 в соответствующие положения установите выключатель S12 сначала в положение 1, при изменении напряжения на входе вольтметра показания должны изменяться. Затем установите выключатель S12 в положение 0, изменение показаний должно прекратиться. Осуществите 2—3 раза однократный запуск генератора Г5-63, при этом должно быть каждый раз однократное изменение показаний вольтметра;

при проверке команды ЗАПРЕТ после установки выключателей в соответствующие положения осуществите несколько раз однократный запуск генератора, при этом не должно быть изменений показаний вольтметра.

Результат поверки считайте удовлетворительным, если вольтметр обеспечивает дистанционное управление.