

**Вольтметр универсальный цифровой  
В7-34 (В7-34/1, В7-34А)**

---



**ТЕХНИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ**

**ТГ2.710.010 ТО**

**1986**

## СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
1. Введение . . . . .	7
2. Назначение . . . . .	8
3. Технические данные . . . . .	9
4. Состав вольтметра . . . . .	26
5. Устройство и работа вольтметра и его составных частей . . . . .	27
5.1. Принцип действия . . . . .	27
5.2. Схема электрическая принципиальная . . . . .	87
5.2.1. Устройство преобразования . . . . .	87
5.2.2. Усилитель У . . . . .	94
5.2.3. Блок «Выборка/запоминание» . . . . .	95
5.2.4. Блок управления . . . . .	97
5.2.5. Блок индикации . . . . .	103
5.2.6. Логика выборки/запоминания . . . . .	103
5.2.7. Блок сопряжения внешний 1 . . . . .	104
5.2.8. Блок сопряжения внутренний 1 . . . . .	107
5.2.9. Блок сопряжения 2 . . . . .	108
5.2.10. Блок передней панели . . . . .	111
5.2.11. Источник вторичного электропитания . . . . .	112
5.2.12. Источник питания блока сопряжения внешнего 1 . . . . .	113
5.2.13. Источник питания преобразователя R . . . . .	114
5.3. Конструкция вольтметра . . . . .	114
6. Маркирование и пломбирование . . . . .	115
ПРИЛОЖЕНИЕ 1. Намоточные данные силовых трансформаторов . . . . .	116
ПРИЛОЖЕНИЕ 2. Краткие технические характеристики микросборок . . . . .	121
ПРИЛОЖЕНИЕ 3. Альбом схем.	

Внешний вид вольтметра универсального цифрового В7-34

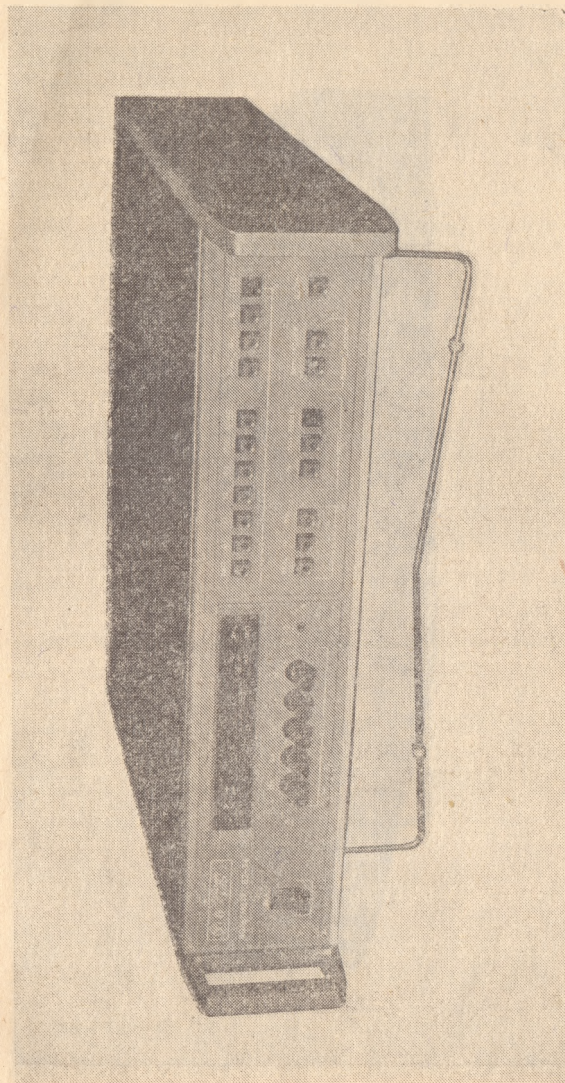


Рис. 1

Внешний вид вольтметра универсального цифрового В7-34/1

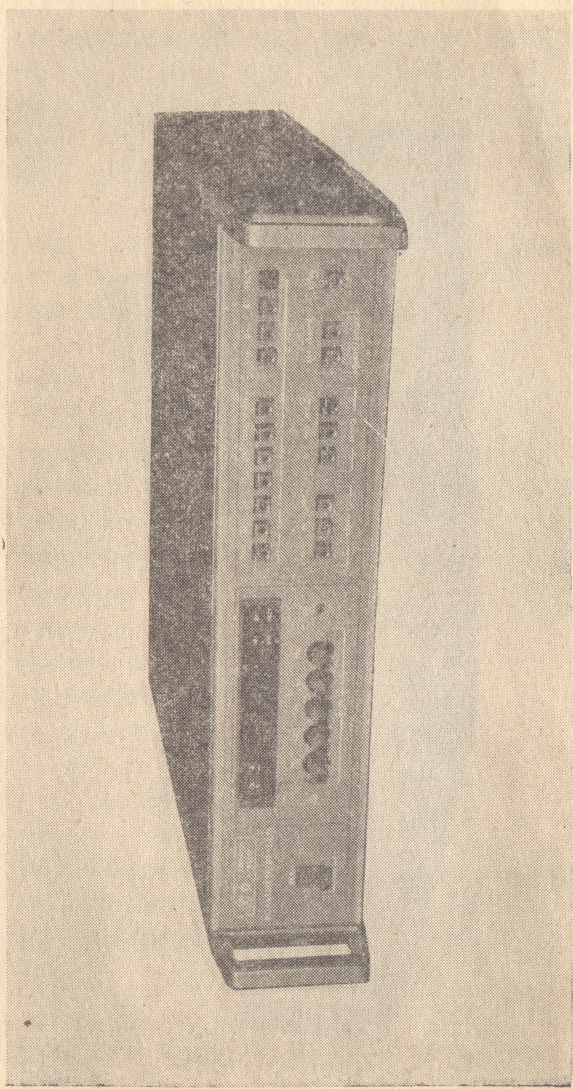


Рис. 2

Внешний вид вольтметра универсального цифрового В7-34А

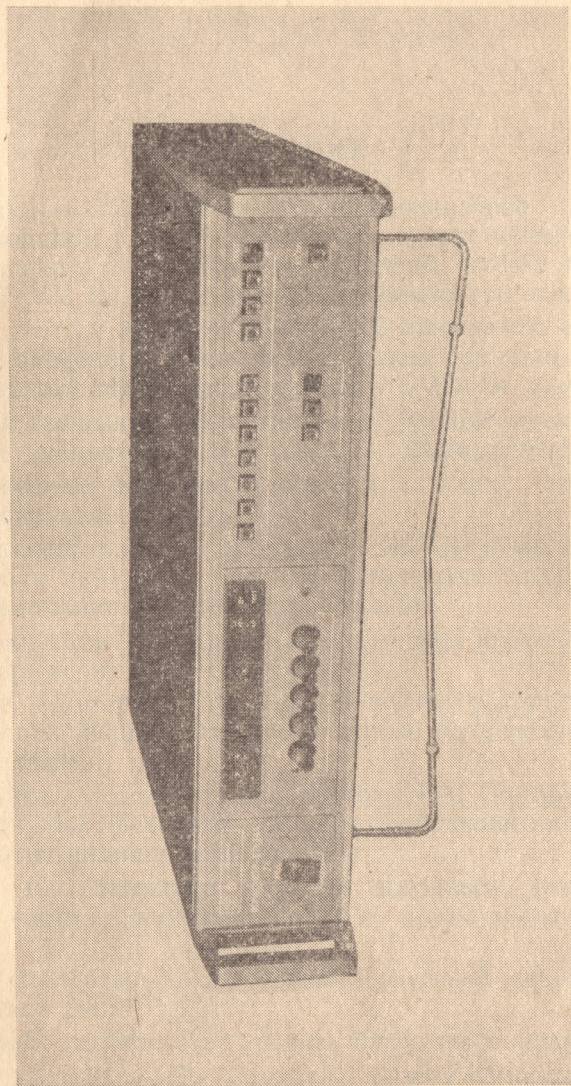


Рис. 3

## 1. ВВЕДЕНИЕ

1.1. Техническое описание (ТО) предназначено для ознакомления с принципом работы, устройством и конструкцией вольтметра универсального цифрового, выпускаемого в трех модификациях В7-34, В7-34/1, В7-34А, с целью правильной его эксплуатации.

1.2. ТО состоит из двух альбомов. В альбоме № 1 содержится техническое описание. Схемы электрические принципиальные приведены в приложении 3, оформленным отдельным альбомом № 2.

1.3. При изучении вольтметра следует дополнительно ознакомиться с инструкцией по эксплуатации и с формуляром.

В техническом описании приняты следующие термины, определения и сокращения:

время измерения — интервал времени, в течение которого происходит полное измерение, при автоматическом выборе пределов измерений включает время выбора предела;

такт измерения — минимальный интервал времени, в течение которого происходит одно измерение;

подтакт — интервал времени, в течение которого состояние сигналов, управляющих аналоговой частью вольтметра, сохраняется неизменным.

перегрузка — состояние вольтметра, при котором значение входной величины превышает 1,2 от установленного предела измерения, при этом индицируется знак  $\gg$ ;

сигнал «0» детектора — фронт импульса, поступающий с аналоговой части на блок управления во время обратного интегрирования;

цифра «1» соответствует уровню логической единицы положительной логики ( $+3,7 \pm 1,3$ ) V;

цифра «0» соответствует уровню логического нуля (0—0,4) V; гравировка «R2<sup>x</sup> ПР» обозначает режим измерения сопротивлений по двухпроводной схеме;

АВП — автоматический выбор пределов;

АЗУ — аналоговое запоминающее устройство;

АЦП — аналого-цифровой преобразователь;

БСВн — блок сопряжения внутренний;

БСВш — блок сопряжения внешний;  
 В/З — выборка/запоминание;  
 ДУ — дистанционное управление;  
 РУ — ручное управление;  
 ИОН — источник опорного напряжения;  
 ИП — источник питания;  
 ККП — канал коллективного пользования;  
 МЧП — микросборка частного применения;  
 НО — нуль-орган;  
 ПЗУ — постоянное запоминающее устройство;  
 УМУ — устройство микропрограммного управления;  
 ГТ — генератор тока;  
 ООС — отрицательная обратная связь;  
 ОУ — операционный усилитель;  
 АКН — автокоррекция нуля.

## 2. НАЗНАЧЕНИЕ

2.1. Вольтметр универсальный цифровой В7-34 (В7-34/1, В7-34А) предназначен для измерения величин, указанных в табл. 1.

Таблица 1

Тип	Назначение	Применение
1. В7-34	Измерение постоянного и синусоидального напряжений, сопротивления постоянному току, отношения двух постоянных напряжений, отношения синусоидального напряжения к постоянному, мгновенного значения входного напряжения в режиме «Выборка/запоминание», работа с каналом коллективного пользования.	Настольный вариант
2. В7-34/1	Измерение постоянного и синусоидального напряжений, сопротивления постоянному току, отношения двух постоянных напряжений, отношения синусоидального напряжения к постоянному, мгновенного значения входного напряжения в режиме «Выборка/запоминание», работа с ККП	Стоечный вариант
3. В7-34А	Измерение постоянного и синусоидального напряжений, сопротивления постоянному току; выход данных на регистрирующее устройство, дистанционное управление	Настольный вариант

2.2. Вольтметр предназначен для работы от сети синусоидального напряжения ( $220 \pm 22$ ) В частотой ( $50 + 0,5$ ) Нз и содержанием гармоник до 5% в любом закрытом помещении при:

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

**Примечание.** Нормальные условия эксплуатации вольтметра:  
температура окружающего воздуха  $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  ( $293 \pm 2$  K);  
относительная влажность воздуха ( $65 \pm 15$ ) %;  
напряжение питающей сети ( $220 \pm 4,4$ ) V.

2.3. Вольтметр может применяться при производстве радио-электронной аппаратуры и электрорадиоэлементов, при научных и экспериментальных исследованиях в лабораторных и цеховых условиях.

Многофункциональность, высокая точность измерений, возможность автоматического управления процессом измерений с регистрацией данных делают вольтметр необходимым при наиболее сложных и ответственных измерениях.

Наличие в вольтметре В7-34 (В7-34/1) блока сопряжения с ККИП обеспечивает возможность широкого использования его в информационно-измерительных системах.

### 3. ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

3.1. В вольтметре предусмотрена самопроверка работы основных узлов, состоящая из 6 тестов с индикацией результата на цифровом табло.

3.2. Вольтметр обеспечивает измерение постоянного напряжения обеих полярностей до 1000 V на пределах измерений 0,1; 1; 10; 100; 1000 V.

Пределы допускаемых значений основной погрешности измерения, в процентах, равны:

$$\pm [0,02 + 0,01 \left( \frac{U_{\text{кх}}}{U_{\text{x}}} - 1 \right)] \text{ — на пределе } 0,1 \text{ V;}$$

$$\pm [0,015 + 0,002 \left( \frac{U_{\text{кх}}}{U_{\text{x}}} - 1 \right)] \text{ — на пределах } 1; 10; 100; 1000 \text{ V,}$$

где  $U_{\text{кх}}$  — конечное значение предела измерения, V;

$U_{\text{x}}$  — номинальное значение измеряемой величины, V.

3.3. Вольтметр обеспечивает измерение среднеквадратического значения синусоидального напряжения до 500 V в диапазоне частот от 20 Hz до 100 kHz — на пределах измерений 1, 10, 100, 1000 V и до 10 V в диапазоне частот от 100 до 500 kHz — на пределах измерений 1 и 10 V.

Пределы допускаемых значений основной погрешности измерения равны значениям, указанным в табл. 2.



Предел допускаемого значения основной погрешности, %	Диапазон частот	Пределы измерений, V
$\pm [0,5 + 0,1 \left( \frac{U_{кх}}{U_x} - 1 \right)]$	от 20 до 60 Hz	1; 10; 100; 1000
$\pm [0,15 + 0,05 \left( \frac{U_{кх}}{U_x} - 1 \right)]$	от 60 Hz до 100 kHz от 60 Hz до 10 kHz	1; 10 100
$\pm [0,25 + 0,05 \left( \frac{U_{кх}}{U_x} - 1 \right)]$	от 10 до 100 kHz от 60 Hz до 100 kHz	100 1000
$\pm [1 + 0,1 \left( \frac{U_{кх}}{U_x} - 1 \right)]$	от 100 до 200 kHz	1; 10
$\pm [2 + 0,25 \left( \frac{U_{кх}}{U_x} - 1 \right)]$	от 200 до 500 kHz	1; 10

где  $U_{кх}$  — конечное значение предела измерения синусоидального напряжения, V;

$U_x$  — номинальное значение измеряемой величины, V.

Указанная погрешность гарантируется при измеряемом напряжении  $U_x \geq 0,01 U_{кх}$  и коэффициенте гармоник

$$K_{г} \leq \frac{\sqrt{\delta_{осн.}}}{2,2}, \quad (1)$$

где  $\delta_{осн.}$  — предел допускаемых значений погрешности в проверяемой точке, %.

3.4. Вольтметр В7-34 (В7-34/1) обеспечивает измерение мгновенного значения напряжения до 1000 V в режимах «Выборка/запоминание» и «Выборка/запоминание с задержкой» на пределах измерения 1; 10; 100; 1000 V.

Пределы допускаемых значений основной погрешности, в процентах, при измерении постоянного напряжения равны:

$$\pm [0,04 + 0,02 \left( \frac{U_{кх}}{U_x} - 1 \right)],$$

где  $U_{кх}$  — конечное значение предела измерения, V;

$U_x$  — номинальное значение измеряемой величины, V.

3.5. Время установления переходной характеристики (ПХ) вольтметра В7-34 (В7-34/1) при неравномерности ПХ 0,2 % в режиме «Выборка/запоминание» не превышает:

1200  $\mu$ s на пределах измерения 1; 100 V;

614  $\mu$ s на пределах измерения 10; 1000 V.

В режиме «Выборка/запоминание с задержкой» вольтметр В7-34 (В7-34/1) измеряет амплитуду прямоугольного импульса при запуске вольтметра одновременно с его фронтом.

Минимальная длительность импульса при этом:

1250  $\mu$ s на пределах измерения 1; 100 V;

640  $\mu$ s на пределах измерения 10; 1000 V.

3.6. Вольтметр обеспечивает измерение сопротивления постоянному току до 10 М $\Omega$  на пределах измерений 0,1; 1; 10; 100; 1000; 10000 к $\Omega$  по 4 и 2 проводной схеме.

Пределы допускаемых значений основной погрешности измерения, в процентах, равны:

$$\pm [0,025 + 0,01 \left( \frac{R_k}{R_x} - 1 \right)] \quad \text{на пределе } 0,1 \text{ к}\Omega;$$

$$\pm [0,015 + 0,002 \left( \frac{R_k}{R_x} - 1 \right)] \quad \text{на пределах } 1; 10; 100 \text{ к}\Omega;$$

$$\pm [0,02 + 0,002 \left( \frac{R_k}{R_x} - 1 \right)] \quad \text{на пределе } 1000 \text{ к}\Omega;$$

$$\pm [0,04 + 0,005 \left( \frac{R_k}{R_x} - 1 \right)] \quad \text{на пределе } 10000 \text{ к}\Omega,$$

где  $R_k$  — конечное значение предела измерений сопротивления, к $\Omega$ ;

$R_x$  — номинальное значение измеряемой величины, к $\Omega$ .

3.7. Вольтметр В7-34 (В7-34/1) обеспечивает измерение отношения двух постоянных напряжений  $\frac{U_{=x}}{U_{=y}}$  до 1000 на пределах

измерений 0,01; 0,1; 1; 10; 100; 1000, при этом напряжение  $U_{=x}$  должно соответствовать значениям, указанным в п. 3.2, а напряжение  $U_{=y}$  должно находиться в диапазоне от 0,1 до 1 V на пределе  $U_{ку} = 1$  V и в диапазоне от 1 до 10 V на пределе  $U_{ку} = 10$  V.

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

Пределы допускаемых значений основной погрешности измерения, в процентах, равны:

$$\pm \left( A + B \frac{U_{кx}}{U_{=x}} + C \cdot S_x \frac{U_{ку}}{U_{=x}} \right),$$

где A, B, C — постоянные коэффициенты, значения которых приведены в табл. 3;

$U_{кx}$  — конечное значение предела по входу  $H_x$  вольтметра, V;

$U_{=x}$  — напряжение на входе  $H_x$  вольтметра, V;  
 $S_x$  — номинальное значение измеряемой величины;  
 $U_{ку}$  — конечное значение предела по входу  $H_y$  вольтметра, V

Таблица 3

$U_{ку}, V$	$U_{кx}, V$					
	0,1			1; 10; 100; 1000		
	A	B	C	A	B	C
10	0,010	0,010	0,002	0,010	0,002	0,002
1	0,010	0,010	0,007	0,010	0,002	0,007

3.8. Вольтметр В7-34 (В7-34/1) обеспечивает измерение отношения синусоидального напряжения к постоянному напряжению

$\frac{U \sim x}{U = y}$  до 1000 на пределах измерений 0,1; 1; 10; 100; 1000, при этом напряжение  $U \sim x$  должно соответствовать значениям, указанным в п. 3.3, а напряжение  $U = y$  должно находиться в диапазоне от 0,1 до 1 V на пределе  $U_{ку} = 1 V$  и в диапазоне от 1 до 10 V на пределе  $U_{ку} = 10 V$ .

Источники напряжений  $U \sim x$  и  $U = y$  должны иметь общую точку или позволять ее создание.

Пределы допускаемых значений основной погрешности измерения при использовании предела  $U_{ку} = 10 V$  равны пределам допускаемой основной погрешности измерения синусоидального напряжения, указанным в п. 3.3.

Пределы допускаемых значений основной погрешности измерения, в процентах, при использовании предела  $U_{ку} = 1 V$  равны:

$$\pm \left( \delta \sim + 0,01 \frac{U_{кx}}{U \sim x} \right),$$

где  $\delta \sim$  — предел допускаемого значения основной погрешности измерения синусоидального напряжения, %, определяемый в соответствии с п. 3.3.;

$U_{кx}$  — конечное значение предела измерения по входу  $H_x$  вольтметра, V.

$U \sim x$  — напряжение на входе  $H_x$  вольтметра, V.

3.9. Пределы допускаемых значений дополнительной погрешности от изменения температуры окружающей среды на каждые  $10^\circ C$  равны пределам допускаемых значений основной погрешности при всех видах измерений, за исключением измерения отношения двух постоянных напряжений.

Пределы допускаемых значений дополнительной погрешности, в процентах, при измерении отношения двух постоянных напряжений равны:

$$\pm \left( A + B \frac{U_{кх}}{U_{=x}} + 3CS_x \frac{U_{ку}}{U_{=x}} \right),$$

где  $A$ ,  $B$ ,  $U_{кх}$ ,  $U_{=x}$ ,  $C$ ,  $S_x$ ,  $U_{ку}$  — величины, указанные в п. 3.7.

Пределы допускаемых значений погрешности в условиях повышенной влажности при всех видах измерений равны сумме пределов допускаемого значения основной погрешности и допускаемого значения дополнительной погрешности (для данного вида измерений), вызванной изменением температуры окружающей среды относительно  $20^\circ \text{C}$ .

3.10. Пределы допускаемых значений дополнительной погрешности от воздействия переменного магнитного поля частотой 50 Hz напряженностью 50 A/m равны пределам допускаемых значений основной погрешности.

3.11. Вольтметр обеспечивает индикацию результата измерения  $5\frac{1}{2}$  разряда при измерении постоянного напряжения, сопротивления и отношения двух постоянных напряжений и  $4\frac{1}{2}$  разряда при измерении синусоидального напряжения, отношения синусоидального напряжения к постоянному и напряжения в режиме «Выборка/запоминание».

Индикация обеспечивается с учетом табл. 1.

3.12. Вольтметр допускает измерения с превышением пределов измерений на 20% при сохранении значений пределов основной погрешности, установленных для конечного значения пределов измерений.

**Примечания:** 1. При превышении пределов измерения синусоидального напряжения погрешность не гарантируется.

2. Постоянное напряжение на входе  $N_x$  не должно превышать 1000 V, а синусоидальное — 500 V.

3.13. Входное сопротивление по входу  $N_x$  при измерении постоянного напряжения и отношения двух постоянных напряжений равно  $(1 \cdot 10^7 \pm 5 \cdot 10^4) \Omega$  на пределах 100; 1000 V, не менее  $2 \cdot 10^{10} \Omega$  на пределах 1; 10 V и не менее  $2 \cdot 10^9 \Omega$  на пределе 0,1 V.

3.14. Входное сопротивление по входу  $N_x$  при измерении синусоидального напряжения и отношения синусоидального напряжения к постоянному равно  $(1 \cdot 10^6 \pm 5 \cdot 10^4) \Omega$ . Входная емкость не превышает 80 pF.

**Примечание.** Значение емкости определяется без кабеля.

3.15. Вольтметр имеет изолированный от корпуса «плавающий» вход.

Электрическая изоляция цепей вольтметра выдерживает без пробоя напряжения, указанные в табл. 4.

Сопротивление изоляции цепей вольтметра указано в табл. 4.

**Примечание.** Вход вольтметра В7-34/1 дублируется на задней панели. Одновременное использование двух разъемов не допускается.

Электрические цепи вольтметра, подлежащие испытаниям	Максимальное рабочее напряжение, V	Вид испытательного напряжения	Испытательное напряжение при проверке электрической изоляции, V		Сопротивление изоляции, MΩ, по классу		
			в нормальных условиях	в условиях повышенной влажности	в нормальных условиях	в условиях повышенной температуры	в условиях повышенной влажности
1. Между низкопотенциальными клеммами (Lx, Ly) входного разъема и клеммой зашиты Се	200	постоянное	600	240	1000	100,0	10,0
2. Между клеммой зашиты Се и корпусным штырем вилки кабеля питания	500	постоянное	2800	1700	1000	100,0	10,0
3. Между соединенными вместе питающими штырями вилки кабеля питания и корпусным штырем	242**	синусоидальное	1500	900*	20	5	2

\* постоянное напряжение, амплитуда синусоидального напряжения или их суммарное значение;  
 \*\* среднеквадратическое значение синусоидального напряжения.

3.16. Вольтметр при измерении напряжений и сопротивлений выдерживает в течение одной минуты перегрузку:

по входу  $H_x$

постоянного напряжения 500 V на пределах измерений 0,1; 1; 10 V; 0,1; 1; 10; 100; 1000; 10000 k $\Omega$ ;

постоянного напряжения 1000 V на пределе измерения 100 V; синусоидального напряжения 500 V на пределах 1; 10; 100 V, по входу  $H_u$

постоянного напряжения 200 V на всех пределах измерения отношения двух напряжений;

постоянного напряжения 60 V на всех пределах измерения сопротивлений.

3.17. При измерении сопротивлений ток через измеряемую цепь не превышает 1 mA, падение напряжения на ней не превышает 12 V, в режиме перегрузки — 17 V.

3.18. Вольтметр при измерении постоянного напряжения (исключая режим «Выборка-запоминание») обеспечивает подавление не менее 140 dB помехи общего вида с частотой питающей сети и помехи общего вида постоянного напряжения при сопротивлении разбаланса 1 k $\Omega$ .

3.19. Вольтметр при измерении синусоидального напряжения обеспечивает подавление помехи общего вида частотой питающей сети не менее 70 dB на всех пределах измерений при сопротивлении разбаланса 1 k $\Omega$ .

3.20. Вольтметр при измерении постоянного напряжения (исключая режим «Выборка-запоминание») обеспечивает подавление не менее 38 dB помехи нормального вида частотой питающей сети.

3.21. Вольтметр имеет внутренний периодический запуск. При управлении от передней панели период запуска дискретно изменяется от  $T_0$  до  $T_0 + nT_1$ ,

где  $T_0 = 0,25 \pm 0,015$  s при измерении постоянного напряжения на всех пределах, сопротивления на пределах 0,1; 1; 10; 100 k $\Omega$ ;

$T_0 = 1,3 \pm 0,026$  s при измерении синусоидального напряжения;

$T_0 = 0,33 \pm 0,017$  s при измерении сопротивлений на пределе 1000 k $\Omega$ ;

$T_0 = 0,69 \pm 0,021$  s при измерении сопротивлений на пределе 10000 k $\Omega$ ;

$n = 0,1 \dots 7$  (определяется числом нажатий кнопки «+nT<sub>1</sub>»);

$T_1 = 0,24$  s.

Вольтметр имеет разовый запуск с передней панели и внешний запуск.

3.22. Вольтметр имеет следующие режимы работы:

ручной выбор пределов измерений;

автоматический выбор пределов измерений.

**Примечания:** 1. При автоматическом выборе пределов измерений напряжение на входе  $H_x$  не должно превышать 500 V.

2. Автоматический выбор пределов по входу  $H_u$  при измерении отношений двух напряжений не производится.

3.23. Вольтметр обеспечивает автоматическое определение полярности при измерении постоянного напряжения.

Вольтметр В7-34 (В7-34/1) обеспечивает также автоматическое определение полярности при измерении отношения двух постоянных напряжений.

3.24. Вольтметр В7-34А выдает на регистрирующее устройство информацию о виде измерений, мантиссе, размерности и полярности измеряемой величины в коде согласно ГОСТ 13052-74 и табл. 5—8.

3.25. Вольтметр В7-34А обеспечивает дистанционное управление видом измерения, пределами измерений, включением АВП и видом запуска при подаче на разъем ДУ сигналов в коде согласно табл. 9, 10 и сигналов логического «0» на контакты:

6 — сигнал «ДУ»;

3 — сигнал «Ввод программы» длительностью не менее 5 ms.

Вольтметр В7-34А обеспечивает внешний запуск при подаче на контакт 22 разъема ДУ сигнала логической «1» длительностью не менее 200 ns с фронтом не более 30 ns и при подаче сигнала логического «0» на контакт 21 разъема ДУ.

Вольтметр В7-34А обеспечивает выдачу на разъем ДУ сигналов:

«Общий» (логический «0») — контакт 1; ( $U \leq 0,4 \text{ V}$ );

«Уровень логической «1» — контакт 2; ( $U \geq 2,4 \text{ V}$ );

«Метка данных» — контакт 4;

«Метка программы» — контакт 23;

«+5 V» — контакт 24.

Таблица 5

Род работы	Символ для печати	Логические уровни на контактах разъема РЕГИСТР. УСТРОЙСТВО			
		22	21	20	19
		Весовые коэффициенты кода			
		8	4	2	1
Измерение постоянно- го напряжения, V	U	0	1	0	1
Измерение синусои- дального напряжения, V	U	0	1	0	1
Измерение сопротивле- ния, kΩ	R	0	0	1	0
Тестовый контроль	T	0	1	0	0

Таблица 6

Предел изме- рения	Положение запятой для печати	Мнемоника		Логические уровни на контактах разъема РЕГИСТР. УСТРОЙСТВО									
		Символ (порядок)	Символ (знак поряд- ка)	18	17	16	15	14	13	12	11	10	
				Весовые коэффициенты кода									
				16	8	4	2	1	8	4	2	1	
0,1	,xxxxxx	6	—	0	0	1	1	0	1	1	0	1	
1	x,xxxxx	5	—	0	0	1	0	1	1	1	0	1	
10	xx,xxxx	4	—	0	0	1	0	0	1	1	0	1	
100	xxx,xxx	3	—	0	0	0	1	1	1	1	0	1	
1000	xxxx,xx	2	—	0	0	0	1	0	1	1	0	1	
10000	xxxxx,x	1	—	0	0	0	0	1	1	1	0	1	

Таблица 7

Знак мантиссы	Символ для печати	Логические уровни на контактах разъема РЕГИСТР. УСТРОЙСТВО			
		26	25	24	23
		Весовые коэффициенты кода			
		8	4	2	1
Положительная поляр- ность	+	1	0	1	1
Отрицательная поляр- ность	—	1	1	0	1
Неполярная величина	Н	1	0	0	0
Перегрузка	*	1	0	1	0



		Логические уровни на контактах разъема РЕГИСТР. УСТРОЙСТВО																							
		1-я декада				2-я декада				3-я декада				4-я декада				5-я декада				6-я декада			
Цифра печата- ющего устройст- ва*		30	29	28	27	34	33	32	31	38	37	36	35	42	41	40	39	46	45	44	43	50	49	48	47
		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	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	
2		0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	
3		0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	1	1	
4		0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	
5		0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	
6		0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	0	
7		0	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	
8		1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	
9		1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	1	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	1	

Весовые коэффициенты кода

\* — цифра, индицируемая на табло

Таблица 9

Предел измерения	Номер теста при включенной функции ТЕСТ	Положение запятой на индикаторном табло	Код на контактах разъема ДУ			
			Код предела измерения			АВП
			13	12	11	14
0,1	2	.xxxxxx	1	1	0	0
1	3	x.xxxxx	1	0	1	0
10	4	xx.xxxx	1	0	0	0
100	5	xxx.xxx	0	1	1	0
1000	6	xxxx.xx	0	1	0	0
10000	—	xxxxx.x	0	0	1	0
АВП	1	.x.x.x.x.x	x	x	x	1

x — любая цифра от 0 до 9;

.x.x.x.x.x — любое из 6 возможных положений запятой.

Таблица 10

Функция измерения	Символ, высвечиваемый на индикаторном табло	Код на контактах разъема ДУ	
		8	7
Измерение постоянного напряжения	+, —, V	0	0
Измерение синусоидального напряжения	~, V	1	0
Измерение сопротивления	kΩ	0	1
Тест	ТЕСТ	1	1

3.26. Вольтметр В7-34 (В7-34/1) обеспечивает выдачу/прием информации в/из ККП в виде потенциальных сигналов с отрицательной логикой:

логическому «0» соответствует  $U^0 \geq +2,4 \text{ V}$ ;

логической «1» соответствует  $U^1 \leq +0,4 \text{ V}$ ;

Каждый выход на ККП является устройством с открытым коллектором, который при  $U^1 \leq +0,4 \text{ V}$  способен отводить ток не менее 48 мА.

3.27. В вольтметре В7-34 (В7-34/1) программируются все органы управления, расположенные на передней панели, кроме переключателей СЕТЬ и R2<sup>X</sup> ПР. Программирование осуществляется буквенно-цифровым кодом согласно табл. 11.

Внешний запуск вольтметра В7-34 (В7-34/1) осуществляется подачей на контакт 6 разъема ЗАПУСК импульса ТТЛ уровня длительностью не менее 200 нс и длительностью фронта не более 30 нс при наличии на контакте 4 данного разъема сигнала «Разрешение внешнего запуска» уровня  $U' \leq 0,4$  V.

3.28. Вольтметр В7-34 (В7-34/1) обеспечивает выдачу информации в ККП согласно ГОСТ 13052-74 и табл. 12. Формат выдаваемой последовательно по байтам информации соответствует требованиям табл. 13.

Таблица 11

Символ для печати	Обозначение кодирования	Номера разрядов						
		6	5	4	3	2	1	0
		Код из ККП						
R	Программный идентификатор предела и номера теста	1	0	1	0	0	1	0
1	Предел: 10000 кΩ	0	1	1	0	0	0	1
2	Предел: 1000 кΩ; 1000 V, тест № 6	0	1	1	0	0	1	0
3	Предел: 100 кΩ; 100 V, тест № 5	0	1	1	0	0	1	1
4	Предел: 10 кΩ; 10 V, тест № 4	0	1	1	0	1	0	0
5	Предел: 1 кΩ; 1 V, тест № 3	0	1	1	0	1	0	1
6	Предел: 0,1 кΩ; 0,1 V, тест № 2	0	1	1	0	1	1	0
7	АВП: тест № 1	0	1	1	0	1	1	1
F	Программный идентификатор рода работы	1	0	0	0	1	1	0
0	Программирование $U_{=}$	0	1	1	0	0	0	0
1	Программирование R	0	1	1	0	0	0	1
2	Программирование $U_{\sim}$	0	1	1	0	0	1	0
3	Программирование ТЕСТ	0	1	1	0	0	1	1

Символ для печати	Обозначение кодирования	Номера разрядов						
		6	5	4	3	2	1	0
		Код из ККП						
S	Программный идентификатор режима «Выборка/запоминание»	1	0	1	0	0	1	1
0	Режим «Выборка/запоминание» отключен	0	1	1	0	0	0	0
1	Режим «Выборка/запоминание» отключен	0	1	1	0	0	0	1
2	Включение режима «Выборка/запоминание»	0	1	1	0	0	1	0
3	Включение режима «Выборка/запоминание» с задержкой	0	1	1	0	0	1	1
T	Программный идентификатор режима «Запуск»	1	0	1	0	1	0	0
0	Периодический запуск	0	1	1	0	0	0	0
1	Немедленный внутренний запуск	0	1	1	0	0	0	1
2	Внешний запуск	0	1	1	0	0	1	0
3	Удержание	0	1	1	0	0	1	1
P	Программный идентификатор режима «Измерение отношения»	1	0	1	0	0	0	0
0	Режим «Измерение отношения» выключен	0	1	1	0	0	0	0
1	Режим «Измерение отношения» выключен	0	1	1	0	0	0	1
2	Включение предела I V по входу У	0	1	1	0	0	1	0
3	Включение предела 10 V по входу У	0	1	1	0	0	1	1

Символ для печати	Обозначение кодирования	Номера разрядов						
		6	5	4	3	2	1	0
		Код из ККП						
М	Программный идентификатор режима «Выдача информации»	1	0	0	1	1	0	1
0	Многokrатные измерения без вывода данных	0	1	1	0	0	0	0
1	Многokrатные измерения с выводом данных	0	1	1	0	0	0	1
2	Однократное измерение без вывода данных	0	1	1	0	0	1	0
3	Однократное измерение с выводом данных	0	1	1	0	0	1	1
4	Многokrатные измерения с запросом на обслуживание без вывода данных	0	1	1	0	1	0	0
5	Многokrатные измерения с запросом на обслуживание с выводом данных	0	1	1	0	1	0	1
6	Однократное измерение с запросом на обслуживание без вывода данных	0	1	1	0	1	1	0
7	Однократное измерение с запросом на обслуживание с выводом данных	0	1	1	0	1	1	1
Е	Идентификатор конца программы	1	0	0	0	1	0	1

Таблица 12

Наименование	Единица измерения	Символ для печати	Номера разрядов							
			6	5	4	3	2	1	0	
			Код ККП							
Напряжение	V	U	1	0	1	0	1	0	1	
Сопротивление	kΩ	R	1	0	1	0	0	1	0	
Тест		T	1	0	1	0	1	0	0	
Плюс		+	0	1	0	1	0	1	1	
Минус		-	0	1	0	1	1	0	1	
Перегрузка		*	0	1	0	1	0	1	0	
Синусоидальное		~	1	1	1	1	1	1	0	
Неполярная величина		H	1	0	0	1	0	0	0	
Символ порядка		E	1	0	0	0	1	0	1	
Нормальная работа		N	1	0	0	1	1	1	0	
Отношение		/	0	1	0	1	1	1	1	
Режим «Выборка/запоминание»		S	1	0	1	0	0	1	1	
Пробел			0	1	0	0	0	0	0	
Единица		1	0	1	1	0	0	0	1	
Два		2	0	1	1	0	0	1	0	
Три		3	0	1	1	0	0	1	1	
Четыре		4	0	1	1	0	1	0	0	
Пять		5	0	1	1	0	1	0	1	
Шесть		6	0	1	1	0	1	1	0	
Семь		7	0	1	1	0	1	1	1	
Восемь		8	0	1	1	1	0	0	0	
Девять		9	0	1	1	1	0	0	1	
Ноль		0	0	1	1	0	0	0	0	
Возврат каретки		CR	0	0	0	1	1	0	1	
Подача бумаги		LF	0	0	0	1	0	1	0	

Номер байта								
1	2, 3, 4, 5, 6, 7	8	9	10	11	12, 13	14	15
Знак мантиссы, перегрузка, неполная величина	Мантисса	Символ порядка	Знак порядка	Порядок	Измеряемая функция	Режим работы	Возврат каретки	Подача бумаги
±					U	N		
*	XXXXXX	E	±	X	R	S	CR	LF
H					T	/		
~						/S		

**Примечание:** X — цифра от 0 до 9.

3.29. Вольтметр В7-34 (В7-34/1) обеспечивает возможность смены предписываемого ему адресного кода с помощью переключателей АДРЕС, расположенных на задней панели.

**Примечание.** При выпуске вольтметру В7-34 (В7-34/1) присваивается адрес на прием — 6, на передачу — V; 1 и 4 переключатели АДРЕС установлены в положение 0.

3.30. Вольтметр В7-34 (В7-34/1) обеспечивает принудительный переход в режим «Передача» при помощи переключателя ТОЛЬКО ПЕРЕДАЧА, расположенного на задней панели.

3.31. Вольтметр В7-34 (В7-34/1) обеспечивает принудительный переход управления с дистанционного на местное с помощью переключателя ДУ-РУ, расположенного на задней панели.

3.32. Вольтметр обеспечивает свои технические характеристики по истечении времени установления рабочего режима, равного 1 h.

3.33. Вольтметр сохраняет свои технические характеристики при питании от сети синусоидального напряжения  $(220 \pm 22)$  V частотой  $(50 \pm 0,5)$  Hz и содержанием гармоник до 5%.

3.34. Мощность, потребляемая вольтметром от сети при номинальном напряжении, не превышает  $60 \text{ V} \cdot \text{A}$ .

3.35. Вольтметр допускает непрерывную работу в рабочих условиях в течение времени не менее 16 h без подстройки «нуля» при сохранении своих технических характеристик.

**Примечания:** 1. Время непрерывной работы не включает в себя время установления рабочего режима.

2. При отклонении температуры от первоначальной более, чем на  $\pm 2^\circ\text{C}$  допускается подстройка «нуля».

3.36. По степени защиты от поражения электрическим током вольтметр относится к классу 01 в соответствии с требованиями ГОСТ 12.2.007.0-75.

3.37. Напряжение промышленных радиопомех не превышает следующих значений в диапазоне частот:

- от 0,15 до 0,5 МГц—80 дБ;
- свыше 0,5 до 2,5 МГц—74 дБ;
- свыше 2,5 до 30 МГц—66 дБ.

3.38. Нормальными условиями работы вольтметра являются: температура окружающего воздуха  $20^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$  ( $293\text{K} \pm 2\text{K}$ ); относительная влажность воздуха ( $65 \pm 15$ ) %; атмосферное давление ( $100 \pm 4$ ) кПа; напряжение питающей сети ( $220 \pm 4,4$ ) В.

Рабочими условиями вольтметра являются:

температура окружающего воздуха от 5 до  $40^\circ\text{C}$  (от 278 до 313 К);

относительная влажность воздуха до 95 % при температуре  $30^\circ\text{C}$  (303 К);

атмосферное давление ( $100 \pm 4$ ) кПа.

3.39. Нарботка на отказ  $T_0$  составляет не менее 4000 ч.

3.40. Среднее время ремонта вольтметра составляет 15 ч.

3.41. Гамма-процентный ресурс 10000 ч при значении гаммы 95 %.

3.42. Гамма-процентный срок службы 10 лет при значении гаммы 80 %.

3.43. Гамма-процентный срок сохраняемости 5 лет при значении гаммы 80 %.

3.44. Вероятность отсутствия скрытых отказов не менее 0,9 за межповторный интервал 6 месяцев.

3.45. Габаритные размеры вольтметра В7-34 (В7-34А)  $488 \times 113 \times 475$  мм, вольтметра В7-34/1 —  $520 \times 105 \times 475$  мм.

Габаритные размеры укладочного ящика вольтметра В7-34 (В7-34/1, В7-34А)  $650 \times 210 \times 570$  мм.

3.46. Масса вольтметра не более 13 кг.

Масса вольтметра с укладочным ящиком не более 28 кг, в транспортной таре—не более 60 кг.



#### 4. СОСТАВ ВОЛЬТМЕТРА

Вольтметр поставляется в комплекте, указанном в табл. 14.

Таблица 14

Наименование	Количество			Примечание
	В7-34	В7-34/1	В7-34А	
1. Вольтметр универсальный цифровой В7-34	1			
2. Вольтметр универсальный цифровой В7-34/1		1		
3. Вольтметр универсальный цифровой В7-34А			1	
4. Запасные части: вставка плавкая ВП1-1-1,0А 250V	8	8	8	
5. Принадлежности:				
перемычка	2	2	2	
кабель К-1	1	1	1	
кабель К-2	1	1	1	
кабель К-3	1	1		
кабель К-4	1	1	1	
шнур соединительный	1	1	1	
фильтр 500 kHz	1	1	1	
зажим	2	2	2	
щуп	2	2	2	
упаковка	1			
упаковка		1		
упаковка			1	
комплект укладки	1			
комплект укладки		1		
комплект укладки			1	
6. Техническое описание	1	1	1	

Наименование	Количество			Примечание
	В7-34	В7-34/1	В7-34А	
7. Техническое описание. Приложение 3. Альбом схем	1	1	1	
8. Инструкция по эксплуатации	1	1	1	
9. Формуляр	1	1		
10. Формуляр			1	

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

### 5.1. Принцип действия

- 5.1.1. Структурная схема вольтметра приведена на рис. 4.

В основу работы вольтметра положено измерение постоянного напряжения аналого-цифровым преобразователем, выполненным по методу двойного интегрирования. Сущность этого метода заключается в том, что интегратор АЦП в течение фиксированного периода времени интегрирует напряжение, пропорциональное измеряемому сигналу  $U_x$  — прямое интегрирование  $T_0$ , а затем интегрирует опорное напряжение  $U_0$  противоположной полярности до момента полного разряда интегрирующего конденсатора — обратное интегрирование  $T_x$ . Опорное напряжение обеих полярностей вырабатывается источником опорного напряжения (ИОН). Время

Структурная схема вольтметра

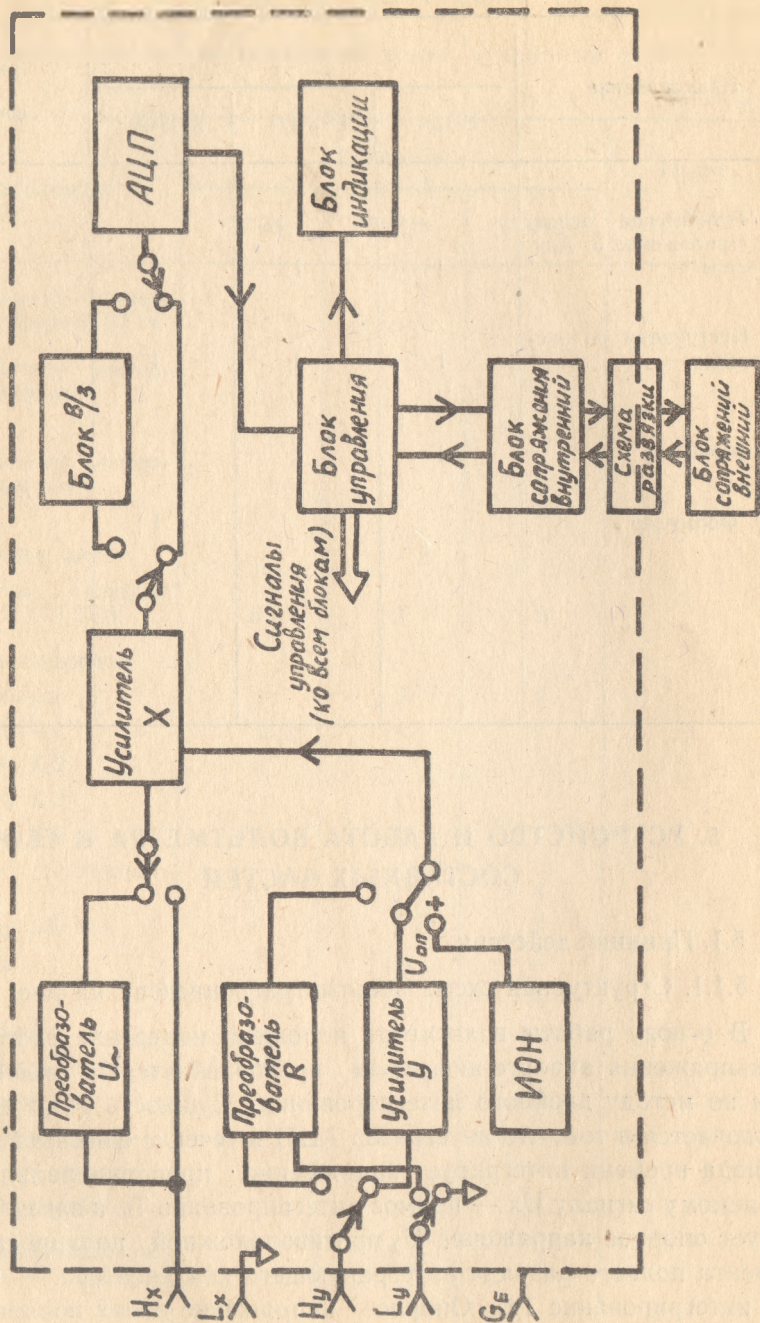


Рис. 4.

обратного интегрирования, измеряемое блоком управления, пропорционально значению измеряемого напряжения:

$$T_x = U_x \frac{T_0}{U_0}, \quad (2)$$

где  $T_x$  — время обратного интегрирования;

$U_x$  — измеряемый сигнал;

$T_0$  — время прямого интегрирования;

$U_0$  — опорное напряжение.

Измерение постоянного напряжения аналого-цифровым преобразователем осуществляется после нормирования его буферным усилителем — усилитель X. Усилитель X обеспечивает также необходимые входные параметры вольтметра.

Измеряемое синусоидальное напряжение  $U \sim$  преобразуется преобразователем  $U \sim$  в постоянное напряжение, которое усиливается усилителем X и измеряется АЦП.

Измеряемое сопротивление подключается на вход преобразователя R, который является источником постоянного тока. Ток, протекая по измеряемому сопротивлению, создает на нем падение напряжения, пропорциональное значению сопротивления, которое измеряется вольтметром постоянного тока. Во время обратного интегрирования используется тот же источник напряжения, что и при получении тока, что позволяет исключить погрешность опорного источника.

Измерение сопротивлений может осуществляться как по четырехпроводной схеме, позволяющей исключить влияние сопротивления кабелей, так и по двухпроводной схеме.

При измерении мгновенного значения входного напряжения вольтметр работает как при измерении постоянного напряжения, только между усилителем X и АЦП включается дополнительно блок выборки/запоминания. Блок В/З осуществляет запоминание входного сигнала в момент прихода внешнего импульса запуска и сохраняет его на входе АЦП в течение времени, необходимого для его измерения.

При измерении отношения двух напряжений  $U = x/U = y$  и  $U \sim x/U = y$  происходит описанное выше измерение входного напряжения  $U = x$  или  $U \sim x$ , только для обратного интегрирования вместо опорного используется входное напряжение канала  $Y = U_y$ . Значение этого напряжения предварительно нормируется усилителем Y.

Блок управления осуществляет управление всеми коммутируемыми элементами аналоговой части вольтметра при измерениях и проведении тестового самоконтроля, измерение временного ин-

тервала  $T_x$  на выходе АЦП, выдачу/прием информации на/с блок (а) сопряжения и на блок индикации.

Блок индикации предназначен для вывода полученной информации об измеряемой величине на световое табло.

Блок сопряжения осуществляет связь вольтметра с внешними устройствами цифropечати, дистанционного управления либо с каналом коллективного пользования.

Функция тестового самоконтроля обеспечивается без использования специальных узлов программой работы управляющего устройства и структурой построения цепей коммутации аналоговой части вольтметра.

Подавление помех общего вида в вольтметре достигается использованием «плавающего входа» и «защиты». Сущность этих методов состоит в изоляции измерительных входов и общего провода от корпуса вольтметра и в экранировании измерительной схемы от корпуса вольтметра специальным экраном —  $G_E$ . Связь с внешними устройствами при этом осуществляется с помощью блока гальванической развязки, делящего блок сопряжения на две части — внешнюю и внутреннюю. Это позволяет вольтметру работать с внешними устройствами, имеющими заземление, отличное от заземления вольтметра и источников сигнала.

5.1.2. Функциональная схема вольтметра приведена на рис. 5.

Необходимая коммутация при переключении пределов и измеряемых функций осуществляется с помощью реле К1-К10. Состояния реле для каждого рода работы вольтметра приведены в табл. 15.

#### 5.1.2.1. Усилитель X

Усилитель X обеспечивает необходимую чувствительность и высокое входное сопротивление цифрового вольтметра по входу  $H_x L_x$  и нормирует значение напряжения на входе АЦП на различных пределах измерения.

Собственно усилителем является высококачественный усилитель дифференциальный (УД2), выполненный на микросборке 8УД1, основные электрические характеристики которой приведены в приложении 2.

С целью уменьшения временных и температурных дрейфов усилитель X работает в режиме прерывания, когда после каждого измерения проводится автокоррекция нуля. При этом вход усилителя замыкается накоротко ключом С, а с помощью ключа J включается отрицательная обратная связь усилителя. Ключ N подключает конденсатор С3 к общему проводу. Этот конденсатор заряжается до напряжения смещения усилителя X. В режиме измерения ключи С, J, N размыкаются, и напряжение, запомненное конденсатором С3, с помощью одного из ключей К, L, М, Н' прикладывается к инвенторирующему входу ДУ2 и компенсирует имеющееся на входе напряжение смещения.

Измеряемый сигнал во время прямого интегрирования поступает на вход усилителя через замкнутые ключи:

А — при измерении постоянного напряжения на всех пределах и измерении сопротивления;

В и Е — при измерении синусоидального напряжения.

Во время обратного интегрирования на входе усилителя подается через замкнутые ключи:

Г — опорное напряжение положительной полярности от источника опорного напряжения ИОН при измерении постоянного напряжения отрицательной полярности;

Г — выходное напряжение канала У при измерении отношений двух напряжений разной полярности;

Г — напряжение с преобразователя R при измерении сопротивлений.

Кроме того, при измерении постоянного напряжения положительной полярности, отношения напряжений одной полярности и синусоидального напряжения во время обратного интегрирования усилитель X инвертирует опорное напряжение или выходное напряжение усилителя У. При этом ключ Н замыкает накоротко положительный вход усилителя X, а с помощью ключа Н' и делителя Е4 организуется инвертирующее включение дифференциального усилителя. В качестве делителя инвертора Е4 используется микропроволочный делитель напряжения.

В соответствии с выбранным пределом измерения переключается прецизионный микропроволочный делитель обратной связи Е6 усилителя X. При этом коэффициент передачи усилителя устанавливается равным 1 (ключ К), 10 (ключ L) или 100 (ключ М). Сигнал на выходе усилителя X, соответствующий концу предела, таким образом устанавливается равным 10 V на любом пределе измерения.

Ключ 1 используется для отключения цепи автокоррекции в режиме измерения мгновенного значения напряжения.


Таблица 15

Род работы	Предел измерения	К1	К2	К3	К4	К5	К6	К7	К8	К9	К10
$U_{\text{---}}$	0,1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
	1					1					
	10					1					
	1000					0					
$U_{\sim}$	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
	10			0	1	1					
	100			1	0	1					
	1000			1	1	1					
$U_{\text{---}}/U_{\text{---}}$	0,1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
	1					1					
	10					1					
	1000					0					
$U_{\sim}/U_{\text{---}}$	1	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0
	10			0	1	1					
	100			1	0	1					
	1000			1	1	1					
R	0,1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
	1					1					
	10					1					
	100					1					
	1000					1					
10000					1					0 (1 при R2x пр.)	

Род работы	Предел измерения	К1	К2	К3	К4	К5	К6	К7	К8	К9	К10
В/З	1					1					
	10	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0
	100					0					
	1000					0					
Тест		0	0	0	0	1	0	0	0	0	0

Знак 0 означает исходное состояние реле,  
знак 1 — состояние реле при подаче напряжения на обмотку.



Переменный резистор R9, ось которого выведена под шлиц , используется для установки нуля вольтметра после его прогрева.

Временная диаграмма работы ключей усилителя X и интегратора с необходимыми пояснениями в соответствии с функциональной схемой рис. 5 приведена на рис. 6.

На рис. 6 изображен один такт измерения. Он состоит из 10 подтактов, кодируемых четырьмя сигналами блока управления: «Бит А», «Бит В», «Бит С» и «Управл. интегратора». Эти сигналы определяют состояние ключей аналоговой части и служат для управления процессом измерения.

Подтакты имеют следующее назначение:

$t_0-t_1$  — подтакт ожидания с минимальной длительностью 172  $\mu$ s — определение предела измерения, вида запуска, требуемой задержки запуска в соответствии с положением переключателя на передней панели и формирования этой задержки;

$t_1-t_2$  — подтакт задержки с минимальной длительностью 48  $\mu$ s — формирование необходимой задержки в соответствии с выбранным родом работы и пределом измерения;

$t_2-t_3$  — подтакт выхода усилителя X из режима коррекции и выбора коэффициента усиления длительностью 6 ms;

$t_3-t_4$  — подтакт включения входного усилителя для прямого интегрирования — коммутация входного сигнала — 6 ms;

$t_4-t_5$  — подтакт прямого интегрирования — 60 ms;

$t_5-t_6$  — подтакт определения полярности входного сигнала — 6 ms;

$t_6-t_7$  — подтакт включения входного усилителя для обратного интегрирования — коммутация опорного сигнала и выбор коэффициента усиления — 6 ms;

$t_7-t_8$  — подтакт обратного интегрирования — 72 ms;

$t_8-t_9$  — подтакт отключения входного сигнала — 6 ms. В режиме АВП происходит определение правильности выбранного предела проведенного измерения, в случае необходимости переключается предел и выдается команда на повторное измерение;

$t_{10}-t_0$  — подтакт автокоррекции нуля — 78 ms.

Динамическая коммутация измерительных цепей вольтметра осуществляется ключами на полевых транзисторах. Управление ключами производится блоком управления через схемы формирователей. Схемы формирователей выполнены на микросборках 8АП1, основные электрические параметры которых приведены в приложении 2.

#### 5.1.2.2. Аналого-цифровой преобразователь

Выходное напряжение усилителя X при выключенном блоке В/З поступает на вход интегратора АЦП, находящегося в нулевом состоянии. Ключ S в момент времени  $t_4$  замыкается, а ключ R раз-

мыкается. Начинается подтакт прямого интегрирования, длительность которого  $t_4—t_5$  строго определена блоком управления и равна 60 мс.

Интегратор представляет собой операционный усилитель, в цепь обратной связи которого включен интегрирующий конденсатор С4. Большой коэффициент усиления усилителя обеспечивает малую погрешность интегрирования. Интегрирующий конденсатор С4 заряжается током, пропорциональным выходному напряжению усилителя X и определяемым сопротивлением интегрирующего резистора R10. Напряжение на выходе интегратора изменяется по линейному закону и в момент окончания прямого интегрирования оказывается прямо пропорциональным измеряемому напряжению. Ключи R и S возвращаются в исходное состояние. В течение подтактов  $t_5—t_6$  и  $t_6—t_7$  напряжение на выходе интегратора практически не изменяется.

Во время подтакта  $t_5—t_6$  по состоянию нуль-органа (логический 0 или 1), зависящему от полярности напряжения на выходе интегратора, определяется полярность измеряемого сигнала.

Во время обратного интегрирования  $t_7—t_8$  происходит разряд интегрирующего конденсатора током, прямо пропорциональным опорному напряжению, подключенному на вход усилителя X. Поскольку опорное напряжение строго постоянно, то и крутизна разряда постоянна. Момент полного разряда конденсатора фиксируется блоком управления по состоянию нуль-органа.

Нуль-орган НО2 предназначен для точного определения момента перехода выходного напряжения через нуль и получения информации о полярности измеряемого напряжения. Нуль-орган представляет собой интегральный компаратор.

В том случае, когда на входе нуль-органа присутствует напряжение положительной полярности, на выходе его устанавливается состояние логической «1». При подаче на его вход отрицательного напряжения на выходе устанавливается состояние логического «0». При переходе входного сигнала через нулевое значение на выходе НО2 формируется крутой перепад напряжения, который поступает в блок управления.

В блоке управления происходит измерение времени обратного интегрирования, которое пропорционально значению измеряемого напряжения.

Интегратор, как и усилитель X, работает в режиме прерывания, т. е. после каждого цикла измерения производится автокоррекция нуля. Работа цепей автокоррекции аналогична работе цепей в усилителе X и интеграторе.

### 5.1.2.3. Источник опорного напряжения

ИОН предназначен для получения опорного напряжения 10 В положительной полярности с высокой температурной и временной стабильностью. Опорное напряжение используется во время обратного интегрирования при измерении напряжений. В качестве источ-

ника опорного напряжения применяется прецизионный стабилизатор Д1 с напряжением стабилизации  $9,1 \text{ V} \pm 5\%$ . Генератор тока (ГТ) в свою очередь стабилизирует ток стабилизатора.

Опорное напряжение со стабилизатора Д1 подается на вход операционного усилителя ОУ2, в цепь отрицательной обратной связи которого включен плочный делитель напряжения Е5. Коэффициент деления его изменяется в пределах  $0,0001-0,9999$  с дискретностью  $0,0001$ . При настройке вольтметра в зависимости от действительного напряжения стабилизации Д1 коэффициент передачи ОУ2 подбирается таким образом, чтобы опорное напряжение на выходе усилителя было равно  $(+10,0000 \pm 0,0010) \text{ V}$ .

Переменный резистор R6, ось которого выведена под шлиц ЮСТИР, за правую боковую стенку (закрыт крышкой под пломбой), используется для юстировки вольтметра и служит для точной подстройки опорного напряжения.

С целью повышения температурной стабильности опорного напряжения диод Д1 помещен в активный термостат с коэффициентом термостабилизации  $K_t = 40$  при изменении температуры окружающей среды от  $5$  до  $60^\circ \text{C}$ .

Температура термостатирования равна  $65^\circ \text{C}$ . Управление термостатом осуществляется специальной мостовой схемой.

#### 5.1.2.4. Входной делитель

При измерении постоянного напряжения, мгновенного значения входного напряжения и отношения  $U = x/U_y$  на пределах  $0,1$ ;  $1$  и  $10 \text{ V}$  измеряемое напряжение с входных клемм Hx и Lx подается через контакты реле К1 и К5 непосредственно на вход усилителя X.

Для нормирования входного сигнала в тех же режимах работы на пределах  $100$  и  $1000 \text{ V}$  используется резистивный микропроводочный делитель напряжения Е1, имеющий коэффициент деления  $1 : 100$ . В других случаях делитель не используется. Коммутация входного делителя осуществляется с помощью реле К5.

Коэффициенты передачи сигнала от входа вольтметра до входа интегратора в зависимости от предела измерений приведены в табл. 16.

Таблица 16

Предел измерений V	Коэффициент передачи входного делителя	Коэффициент усиления усилителя	Общий коэффициент усиления	Диапазон входного напряжения интегратора, V
0,1	1	100	100	0,0001—10
1	1	10	10	0,0001—10
10	1	1	1	0,0001—10
100	0,01	10	0,1	0,0001—10
1000	0,01	1	0,01	0,0001—10

5.1.2.5. Преобразователь синусоидального напряжения в постоянное напряжение.

Преобразователь  $U \sim$  представляет собой активный преобразователь средневыпрямленных значений синусоидального напряжения, проградуйрованный по среднеквадратическому значению синусоидального напряжения.

Преобразователь построен на базе операционного усилителя, в цепь отрицательной обратной связи которого включены выпрямительные диоды. За счет этого достигается высокая линейность преобразования.

Подключение преобразователя к входным клеммам вольтметра осуществляется с помощью реле К1. Выбор предела измерений синусоидального напряжения производится путем изменения коэффициента передачи преобразователя и путем использования входного делителя напряжения 1 : 100. Входной делитель подключается с помощью реле К3, коэффициент передачи преобразователя изменяется переключением резисторов в цепи отрицательной обратной связи усилителя с помощью реле К4. Таким образом любое синусоидальное напряжение приводится к напряжению на выходе преобразователя с уровнем не более 1 V, поэтому на любом пределе измерения синусоидального напряжения вольтметр постоянного тока производит измерение на пределе 1 V.

#### 5.1.2.6. Преобразователь R

Преобразователь сопротивления в постоянное напряжение представляет собой генератор тока, выполненный на операционном усилителе ОУ1. Измеряемое сопротивление  $R_x$  включается в цепь отрицательной обратной связи ОУ1 (клеммы  $H_u$ ,  $L_y$ ). опорное напряжение преобразователя  $R-U_{опR}$ , равное минус 10 V, снимается с выхода источника питания и прикладывается к инвертирующему входу ОУ1 через один из микропроводочных резисторов делителя Е2. Значение тока определяется значением сопротивления резистора. Выбор предела измерения осуществляется с помощью реле К6 и К7, переключающих резисторы делителя Е2.

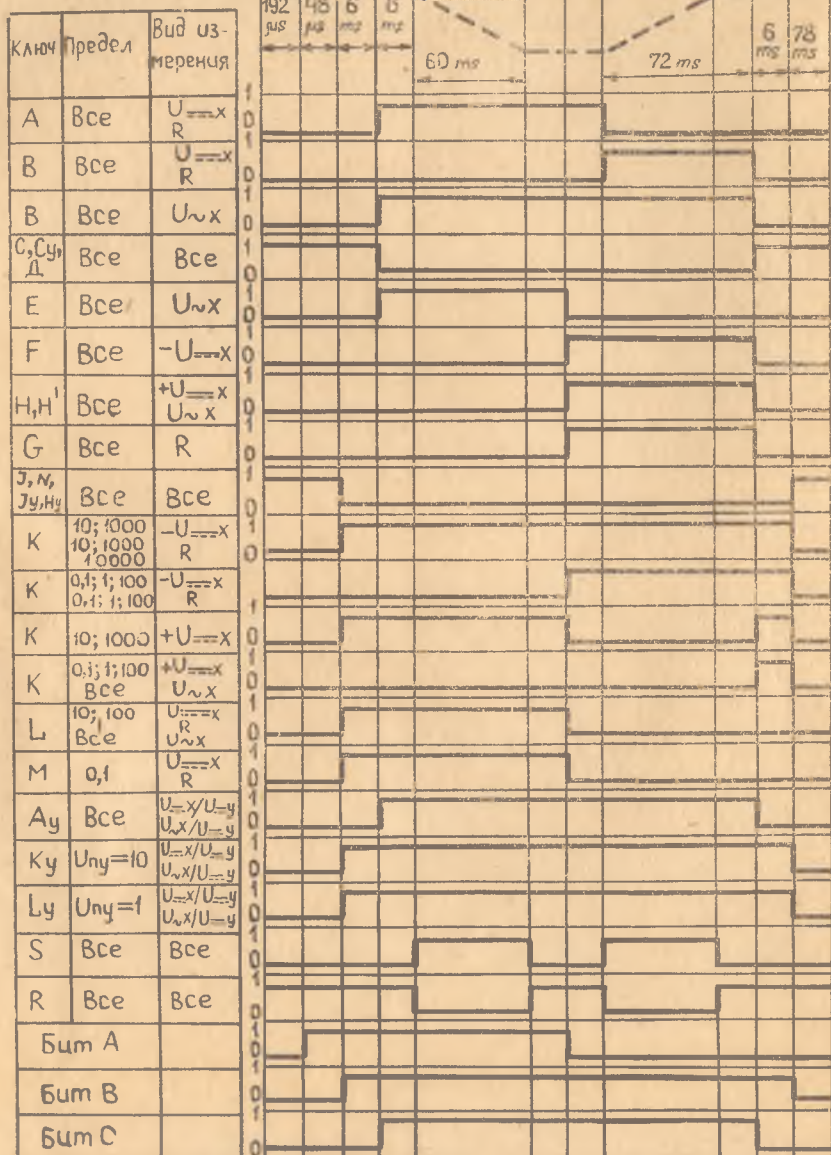
На пределе измерения 0,1; 1; 10 кΩ инвертирующий вход ОУ1 находится под нулевым потенциалом, при этом напряжение смещения ОУ1 не влияет на результат измерения. На пределах 100 кΩ, 1 МΩ, 10 МΩ с помощью реле К6 нулевой потенциал подается на инвертирующий вход ОУ1. Напряжение смещения ОУ1 компенсируется в усилителе X вместе с его собственным напряжением смещения.

Ток делителя замыкается через измеряемое сопротивление, включенное в цепь ООС усилителя. Падение напряжения, пропорциональное этому сопротивлению, измеряется вольтметром на клеммах  $H_x L_x$  так же, как постоянное напряжение, только во время обратного интегрирования используется не опорное напряжение ИОНа, а опорное напряжение преобразователя R. Это позволяет исключить влияние погрешности опорного напряжения.

# Эпюры работы ключей вольтметра

t<sub>0</sub> t<sub>1</sub> t<sub>2</sub> t<sub>3</sub> t<sub>4</sub>                      t<sub>5</sub> t<sub>6</sub> t<sub>7</sub>                      t<sub>8</sub> t<sub>9</sub> t<sub>10</sub> t<sub>11</sub>

U<sub>вых.</sub>  
интегратора



Примечание. В неуказанных случаях ключи находятся в разомкнутом состоянии.

Применение четырехпроводной схемы измерения сопротивлений позволяет исключить влияние соединительных проводов на результат измерения. Если можно пренебречь сопротивлением проводов, используется двухпроводная схема измерения. При этом с помощью реле К10 соединяются клеммы  $H_x$  с  $H_u$  и  $L_x$  и  $L_u$ .

Значение сопротивлений резисторов делителя Е2, соответствующий ток через измеряемое сопротивление и используемый предел для измерения напряжения на выходе преобразователя приведены в табл. 17.

Подключение преобразователя R к входным клеммам  $H_u L_u$  осуществляется с помощью реле К2.

Таблица 17

$R_n, k\Omega$	$R_{рез.}, k\Omega$	$I_{R_x}, mA$	$U_{пх}, V$
0,1	10	1	0,1
1	10	1	1
10	10	1	10
100	1000	10 $\mu A$	1
1000	1000	10 $\mu A$	10
10000	10000	1 $\mu A$	10

5.1.2.7. Усилитель У (устанавливается в вольтметрах В7-34 и В7-34/1).

Усилитель У обеспечивает необходимую чувствительность и высокое входное сопротивление цифрового вольтметра по входу  $H_u L_u$  и нормирует величину напряжения канала У на входе усилителя Х на различных пределах измерений отношения двух напряжений.

Усилитель У выполнен аналогично усилителю Х и имеет такой же принцип работы.

Временную диаграмму работы ключей усилителей Х и У при измерении отношения двух напряжений см. на рис. 6. Выходное напряжение усилителя У во время обратного интегрирования подается на вход усилителя Х через замкнутый ключ F (при разнополярных входных напряжениях), либо инвертируется усилителем Х с помощью делителя Е4 и ключа Н' (при однополярных входных сигналах), и выполняет роль опорного напряжения. На пределе  $U_{пу} = 10 V$  коэффициент усиления усилителя равен 1 (ключ  $K_u$ ), а на пределе  $U_{пу} = 1 V - 10$  (ключ  $L_u$ ). Полярность напряжения на входе У определяется в блоке управления по состоянию нуля-органа НО1, включенного на выходе усилителя У.

Переключение входных клемм Ну и Лу с преобразователя R на усилитель У осуществляется реле К2.

и) Блок выборки/запоминания (устанавливается в вольтметрах В7-34, В7-34/1).

Блок выборки/запоминания (В/З) включается между усилителем Х и АЦП (рис. 7) и осуществляет:

точное и быстрое слежение за всеми изменениями напряжения на его входе до момента начала измерения — режим слежения;

выборку входного напряжения по внешней команде запуска и хранение напряжения выборки с требуемой точностью в течение всего времени измерения с одновременной подачей его на АЦП — режим запоминания.

Эпюры напряжений, поясняющие работу блока в режиме «Выборка/запоминание» приведены на рис. 8. После измерения запомненного напряжения аналого-цифровым преобразователем блок В/З возвращается в режим слежения. Такой режим измерения используется при исследовании сигналов, спектр которых укладывается в полосу пропускания входного усилителя.

Для измерения амплитуд импульсных напряжений предусмотрен режим «Выборка/запоминание с задержкой», который отличается тем, что между приемом команды внешнего запуска и моментом запоминания существует фиксированная задержка (рис. 9). Она позволяет напряжению на выходе усилителя и на выходе блока В/З установиться на новом уровне с достаточной степенью точности до запоминания. Причем команда запуска блока В/З может подаваться одновременно с перепадом напряжения. Значение задержки зависит от выбранного предела измерений.

Функциональная схема блока В/З приведена на рис. 10.

Для удовлетворения требований по быстродействию и по точности запоминания в блоке В/З применено два аналоговых запоминающих устройства АЗУ1 и АЗУ2. АЗУ1 — широкополосное запоминающее устройство, способное быстро и точно отслеживать резкие изменения напряжения на выходе усилителя, имеющие, однако, незначительное время точного хранения запомненного напряжения. АЗУ2 — медленное запоминающее устройство, обеспечивающее хранение напряжения с достаточной степенью точности в течение всего времени измерения.

Схема включения блока В/З

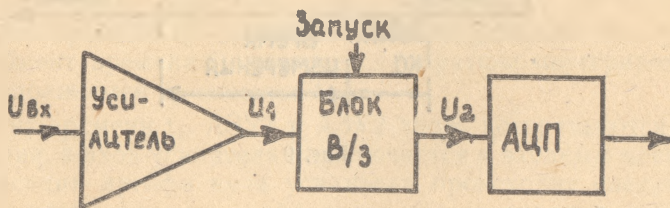


Рис. 7

Эпюры напряжений блока В/З в режиме «Выборка/запоминание»

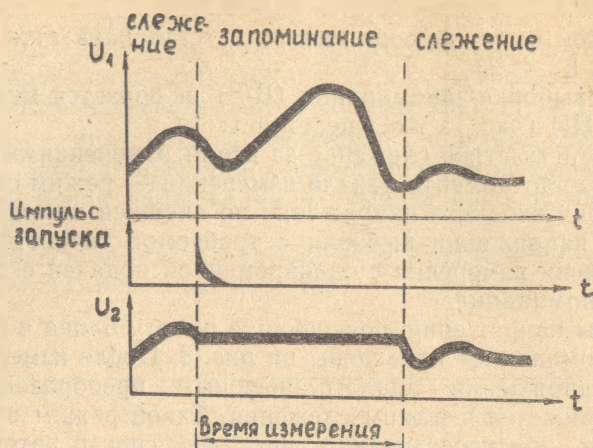


Рис. 8

Эпюры напряжений блока В/З в режиме «Выборка/запоминание с задержкой»

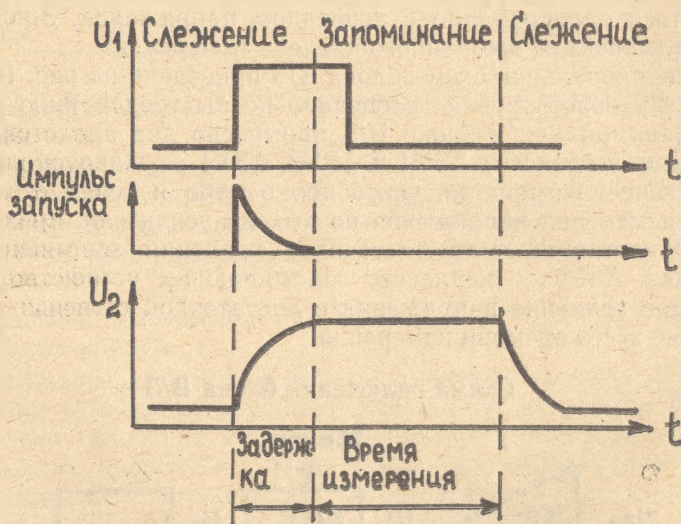


Рис. 9



При измерении в режиме «Выборка/запоминание» напряжение сначала запоминается АЗУ1 и удерживается им, пока напряжение на выходе АЗУ2 не установится на этом уровне. Затем АЗУ2 переходит в режим запоминания и запомненное им напряжение хранится до конца измерения.

В режиме «Выборка/запоминание» должна быть обеспечена постоянная готовность вольтметра к измерению, поэтому цикл автоматической коррекции нуля усилителя не используется.

Для устранения влияния дрейфа нуля усилителя на точность измерения предназначена схема компенсации дрейфа и сумматор.

Формирователь импульсов управления ключами обеспечивает длительность запирающего фронта менее  $0,1 \mu\text{s}$  при амплитуде импульса  $10 \text{ V}$ .

На рис. 11 приведены элюры напряжений для полного цикла измерения при помощи блока В/З.

АЗУ1 и АЗУ2 до момента времени  $t_1$  находятся в режиме слежения, вход усилителя соединен со входными клеммами вольтметра.

В момент времени  $t_1$  приходит сигнал запуска вольтметра. Спустя апертурное время  $400 \text{ ns}$ , определяющееся задержкой блока управления, формируется команда запоминания АЗУ1 (рис. 11 г) и напряжение на выходе входного усилителя запоминается АЗУ1 (рис. 11 д). Полярность напряжения на выходе АЗУ1 инвертирована относительно входного напряжения. Через  $2 \text{ ns}$  в момент времени  $t_2$  формируется команда запоминания АЗУ2 (рис. 11 е) и напряжение на выходе АЗУ1 запоминается АЗУ2 (рис. 11 ж). Полярность напряжения на выходе АЗУ2 совпадает с полярностью входного напряжения.

В момент времени  $t_3$  вход вольтметра соединяется с общим проводом. Интервал  $t_3-t_4$  — время установления усилителя.

В момент времени  $t_4$  замыкается ключ S2 (см. рис. 10) и начинается прямое интегрирование, которое длится  $60 \text{ ns}$  до момента времени  $t_5$ . В промежутке  $t_5-t_6$  вход интегратора замкнут на «землю» и интегрирование не происходит.

В момент времени  $t_6$  ко входу усилителя подключается источник опорного напряжения (рис. 11 б). В тот же момент АЗУ1 и АЗУ2 возвращаются в режим слежения. Через  $2 \text{ ns}$  в момент  $t_7$  АЗУ1 производит выборку опорного напряжения, а еще через  $2 \text{ ns}$  в момент  $t_8$  АЗУ2 переходит в режим запоминания. В этот же момент вход вольтметра вновь замыкается на «землю».

Интервал времени  $t_8-t_9$  достаточен для установления усилителя и в момент времени  $t_9$  начинается обратное интегрирование, которое продолжается до момента  $t_{10}$ .

В момент времени  $t_{11}$  АЗУ1 и АЗУ2 вновь возвращаются в режим слежения, а вход усилителя подключается к входным клеммам.

Компенсация дрейфа нуля усилителя происходит следующим образом. Во время прямого и обратного интегрирования вход усилителя соединен с «землей» и на его выходе присутствует его на-

Функциональная схема блока В/З

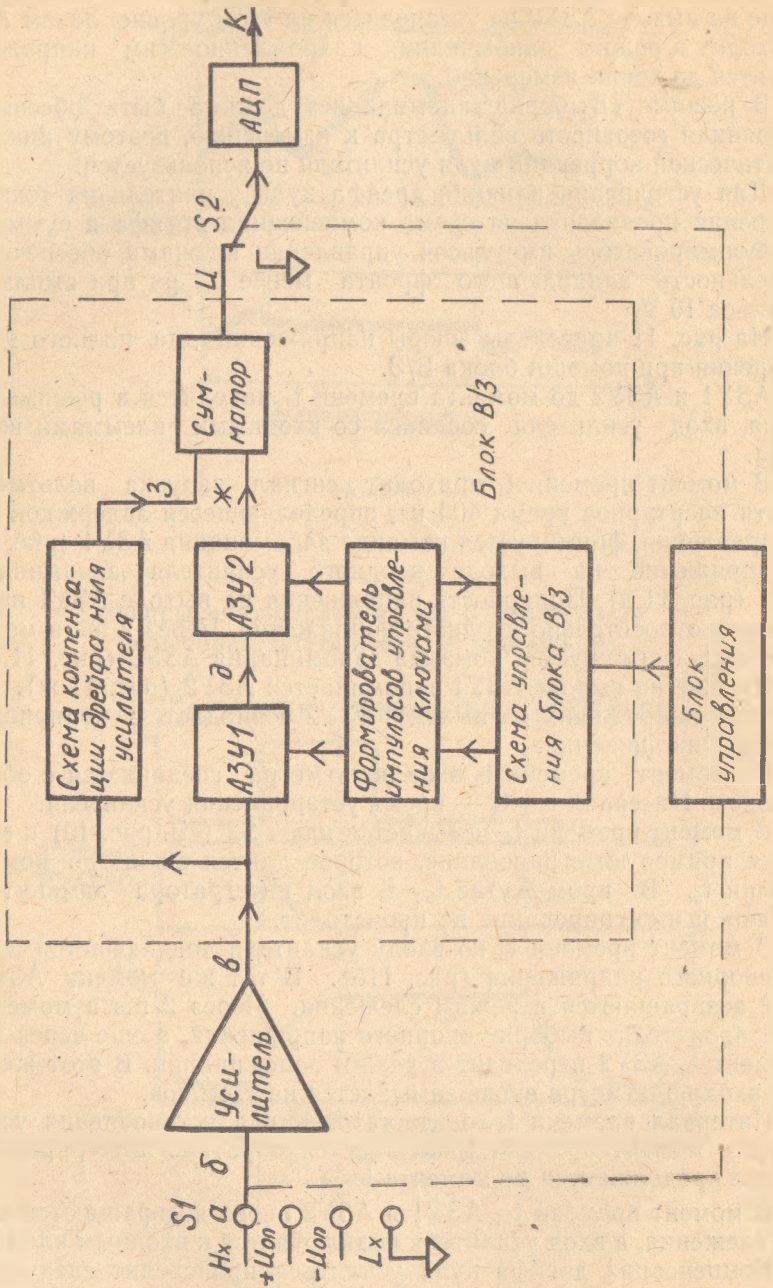


Рис. 10

# Эпюры напряжений блока В/З

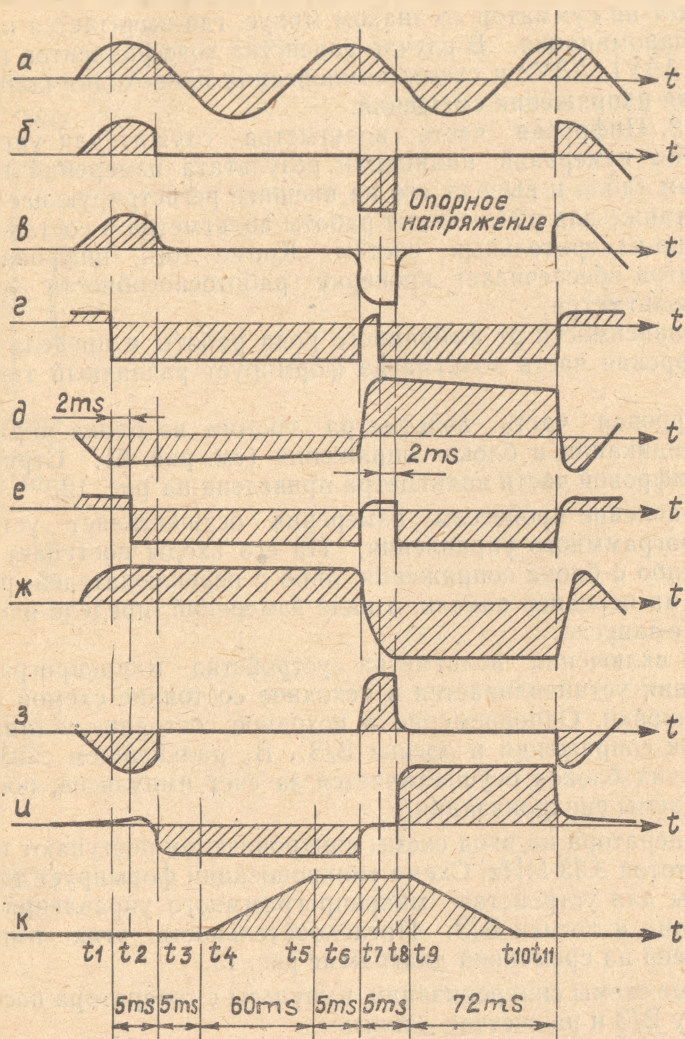


Рис. 11

пряжение смещения, например, положительное. В это время на выходе АЗУ2 вместе с запомненным напряжением присутствует это положительное напряжение.

Напряжение смещения инвертируется схемой компенсации и поступает на сумматор со знаком минус, где вычитается из напряжения запоминания. В случае равенства коэффициентов передаточного тракта АЗУ1, АЗУ2 и схемы компенсации происходит полная компенсация напряжения смещения.

5.1.3. Цифровая часть вольтметра служит для управления процессом измерений, индикации результата измерений на индикаторном табло и вывода его на внешнее регистрирующее устройство, а также для обеспечения работы вольтметра в составе информационно-измерительных систем. Кроме того, цифровая часть вольтметра обеспечивает проверку работоспособности основных узлов вольтметра.

В зависимости от выбранного рода работы и предела измерений цифровая часть вольтметра формирует различный такт измерений.

Цифровая часть вольтметра состоит из блока управления, блока индикации и блока сопряжения (см. рис. 5). Структурная схема цифровой части вольтметра приведена на рис. 12.

Управление процессом измерения осуществляет устройство микропрограммного управления. На его входы поступает информация либо с блока сопряжения, либо с переключателей, расположенных на передней панели, о виде измерений, пределе измерений и режиме запуска.

При включении вольтметра устройство микропрограммного управления устанавливается в исходное состояние схемой начальной установки. Одновременно в исходное состояние устанавливается блок сопряжения и логика В/З. В дальнейшем синхронная работа этих блоков осуществляется за счет импульсов, поступающих со схемы синхронизации.

С генератора на вход схемы синхронизации поступают импульсы с частотой 3.33 МГц. Схема синхронизации формирует тактовые импульсы для устройства микропрограммного управления, блока сопряжения и логики В/З. Последовательность этих импульсов изображена на временной диаграмме рис. 13.

Кроме схемы синхронизации, импульсы с генератора поступают на логику В/З и на счетчик данных.

Схема привязки осуществляет синхронизацию процесса измерения с частотой питающей сети.

Счетчик данных служит для получения числового значения результата измерения и участвует в формировании временных интервалов. Числовая информация о результате измерения со счетчика данных поступает на регистр памяти и командой «Перенос», формируемой схемой переноса, записывается в регистр памяти.

С регистра памяти информация о результате измерения поступает поразрядно на блок индикации и на блок сопряжения. Код разряда, поступающего с регистра памяти, задается схемой развертки. Схема развертки последовательно формирует код каждого

### Временная диаграмма импульсов схемы синхронизации

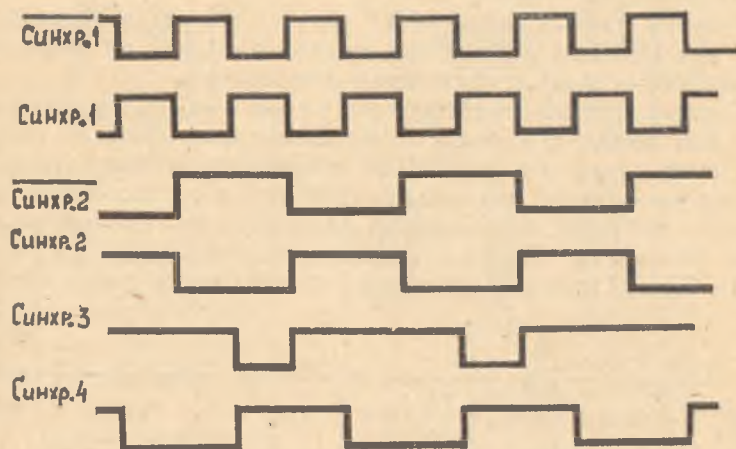


Рис. 13

разряда (код сканирования), начиная с младшего разряда в соответствии с табл. 18. Частота сканирования задается генератором развертки и поступает на схему развертки и на вход регистра памяти.

Таблица 18

Номер индицируемого разряда	Код сканирования		
	Скан. С	Скан. В	Скан. А
1	0	0	0
2	0	0	1
3	0	1	0
4	0	1	1
5	1	0	0
6	1	0	1



Кроме числовой информации о результате измерения блок управления вольтметра формирует и выдает на блок индикации и блок сопряжения информацию о полярности измеряемой величины, о пределе измерений и о перегрузке. Эта информация поступает со схемы определения полярности, схемы выбора предела и схемы определения перегрузки на схему управления индикацией, которая в свою очередь служит для управления соответствующими индикаторами блока индикации.

Счетчик данных непрерывно считает импульсы и выдает импульс при 10000-ом и 100000-ом счетном импульсе на дополнительный счетчик — счетчик временных интервалов.

Счетчик временных интервалов в свою очередь считает каждый 10000 или 100000-й импульс в зависимости от сигнала «Выборка 10 т», поступившего с устройства микропрограммного управления. Счетчик временных интервалов совместно со счетчиком данных образуют делитель, необходимый для получения временных интервалов подтактов. Период следования импульсов на выходах СВИ1—СВИ32 счетчика временных интервалов приведен в табл. 19.

Таблица 19

Выборка 10 т	СВИ 1	СВИ 2	СВИ 4	СВИ 8	СВИ 16	СВИ 32
0	60 ms	120 ms	240 ms	480 ms	960 ms	1920 ms
1	6 ms	12 ms	24 ms	48 ms	96 ms	192 ms

Длительность подтактов кодируется сигналами БитА, БитВ и БитС с помощью устройства микропрограммного управления. Путем дешифрирования этих сигналов, а также кода функции, предела и полярности логикой управления ключами получают сигналы управления аналоговой частью (упр. А — Упр. М).

Код подтактов поступает на логику В/З. Если режим «Выборка/запоминание» не включен, логика В/З повторяет этот код на выходе, при включенном режиме «Выборка/запоминание» код подтактов модифицируется. С логики В/З код подтактов поступает на логику управления ключами, которая непосредственно производит управление аналоговой частью (ключами и реле). При отсутствии в вольтметре блока выборки-запоминания (В7-34А) код подтактов поступает с блока микропрограммного управления непосредственно на логику управления ключами.

Для обеспечения возможности системного использования вольтметра служит блок сопряжения.

5.1.4. Основным узлом блока управления вольтметра является устройство микропрограммного управления (рис. 14). Оно осуще-





ствяет управление цифровой частью в соответствии с алгоритмом работы, приведенным на рис. 15.

В основу устройства микропрограммного управления положено ПЗУ емкостью 4096 бит. Семь входов ПЗУ используются для ввода кода нынешнего состояния. На один вход поступает информационный сигнал с мультиплектора для определения адреса следующего

### Алгоритм работы блока управления

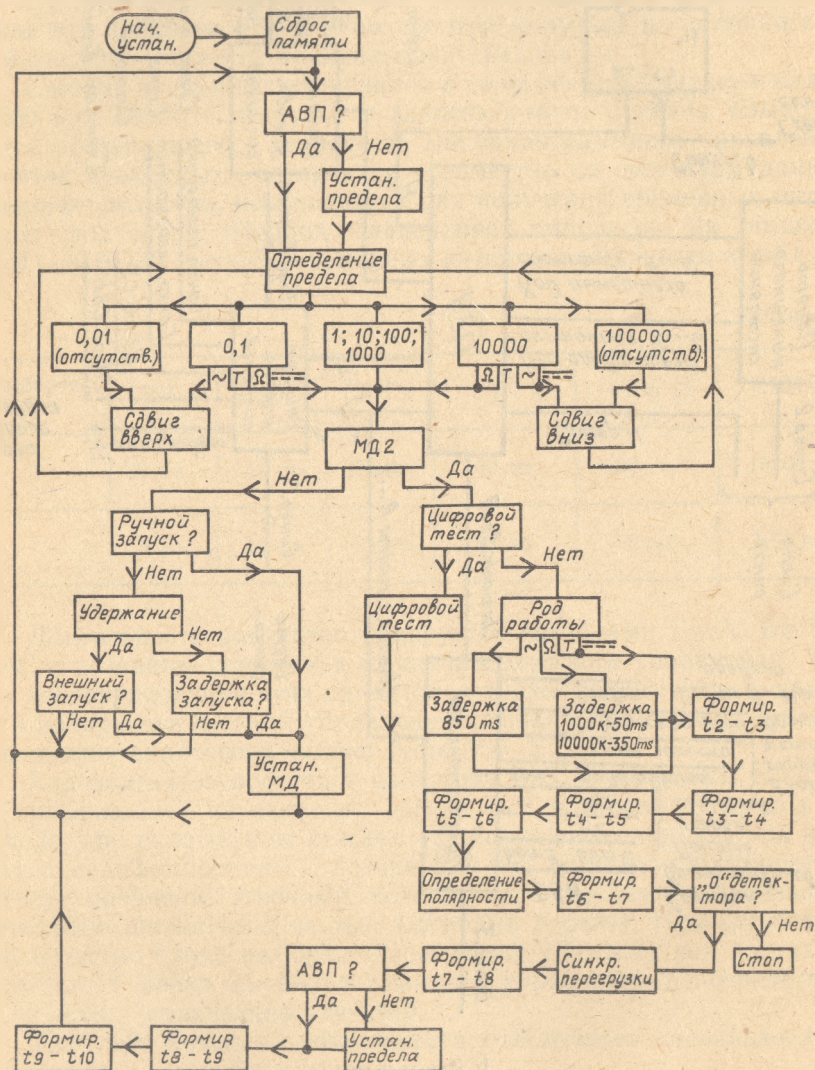


Рис. 15

состояния, еще на один вход — сигнал «Синхр 4» для разделения во времени выходной информации с ПЗУ.

Мультиплексор выбирает один из входных сигналов устройства микропрограммного управления. Код управляющих сигналов с ПЗУ «называет» адрес мультиплексора и выбирает необходимый вход мультиплексора, информация с которого поступает на ПЗУ.

На входы мультиплексора поступает информация о пределе измерений со схемы выбора предела (см. рис. 12), о роде работы с блока сопряжения, о режиме запуска с переключателей, установленных на передней панели, и с блока сопряжения, о задержке запуска со схемы выбора задержки, код со счетчика временных интервалов и код основных управляющих сигналов (Бит В, Бит С, КС, МД). Таким образом, через мультиплексор в устройство микропрограммного управления вводится программа измерения, а также вся текущая информация.

Формирование и распределение основных сигналов, необходимых для управления работой вольтметра, осуществляет дешифратор управляющих сигналов. В зависимости от входных сигналов на одном из выходов дешифратора появляется сигнал, производящий одно из следующих действий:

- запись информации, поступившей на Д — входы триггеров памяти основных управляющих сигналов в один из этих триггеров;
- управление схемой выбора предела измерений (см. рис. 12);
- синхронизацию схемы определения полярности;
- синхронизацию схемы определения перегрузки;
- сброс счетчика данных;
- сброс счетчика временных интервалов.

Память управляющих сигналов принимает и хранит следующие сигналы: «Бит А», «Бит В», «Бит С», «КС», «МД», «Выборка 10 т».

При включении вольтметра происходит сброс памяти нынешнего состояния в начальное состояние, затем устройство микропрограммного управления производит определение и установку предела измерений. После этого определяется режим запуска, т. е. определяется установлен разовый или периодический запуск. При разовом запуске определяется наличие запускающего сигнала, при периодическом — длительность задержки запуска и формируется эта задержка.

Если пришел импульс запуска или установлен периодический запуск — устанавливается сигнал «1» МД, что свидетельствует о начале измерения, и вновь повторяется определение и установка предела. Затем определяется вид и предел измерений и, при необходимости, формируется дополнительная задержка.

Все вышеперечисленные операции производятся в течение подтактов  $t_1$  и  $t_2$  (см. рис. 6). Затем формируются длительности подтактов  $t_3$ ,  $t_4$ ,  $t_5$ ,  $t_6$ ,  $t_7$  (см. рис. 15) с соответствующим изменением сигналов «Бит С», «Бит В», «Бит А», «Ключ интерг.». Подтакт  $t_8$ —

подтакт обратного интегрирования. В начале подтакта  $t_8$  происходит сброс счетчика данных и идет опрос сигнала «0» детектора». После прихода сигнала «0» детектора» происходит синхронизация схемы определения перегрузки, определяется соответствие результата измерения пределу измерения и, при необходимости, устанавливается следующий старший (младший) предел. Затем формируются длительности подтактов  $t_9$ ,  $t_{10}$  и устройство микропрограммного управления возвращается в исходное состояние.

Все вышеперечисленные задержки формируются следующим образом: когда устройство микропрограммного управления устанавливается в состояние, в котором необходима задержка, адрес следующего состояния совпадает с адресом нынешнего состояния до тех пор, пока не изменится опрашиваемый по входу мультиплексора сигнал со счетчика временных интервалов (СВИ1, СВИ2, СВИ4, СВИ8, СВИ16, СВИ32).

5.1.5. Логика выборки/запоминания служит для управления работой блока В/З в вольтметре В7-34, В7-34/1. Структурная схема логики В/З приведена на рис. 16, алгоритм работы — на рис. 17. Для реализации алгоритма работы логики В/З применяется устройство микропрограммного управления (см. рис. 16), состоящее из ПЗУ, регистра памяти управляющих сигналов, регистра памяти данного состояния и регистра памяти информационных сигналов.

Мультиплексор управляющих сигналов вводит в устройство микропрограммного управления информацию о пределе измерений, коде подтактов (Бит А, Бит В, Бит С), режиме измерения В/З, временных задержках (АЗУ1; 4,9 ms; 2,4 ms), запуске.

Сигнал «Нач. устан.» устанавливает в исходное состояние регистр памяти данного состояния. Адресные сигналы А2—А6 вместе с информационными сигналами А0, А1 определяют адрес следующего состояния ПЗУ, а также состояния управляющих сигналов. Сигналы А2—А4 с выхода регистра памяти данного состояния определяют адрес мультиплексора управляющих сигналов.

Запуск схемы логики В/З производится импульсом длительностью не менее 200 ns, поступающим на схему расширения. При логической «1» сигнала «Запрет В/З» на выходе схемы расширения формируется импульс «Запуск» длительностью 40  $\mu$ s. Этот импульс дает разрешение на прохождение импульсов с частотой 3,3 МГц на схему синхронизации, а также устанавливает сигнал «АЗУ1» в состояние логической «1» при включенном режиме работы «Выборка/запоминание». Сигнал «Удержание» с выхода устройства микропрограммного управления сохраняет состояние логической «1» сигнала «АЗУ1» после окончания импульса «Запуск».

На рис. 18 приведена временная диаграмма работы схемы логики В/З. При измерении без задержки аналоговые запоминающие

Структурная схема логики В/З

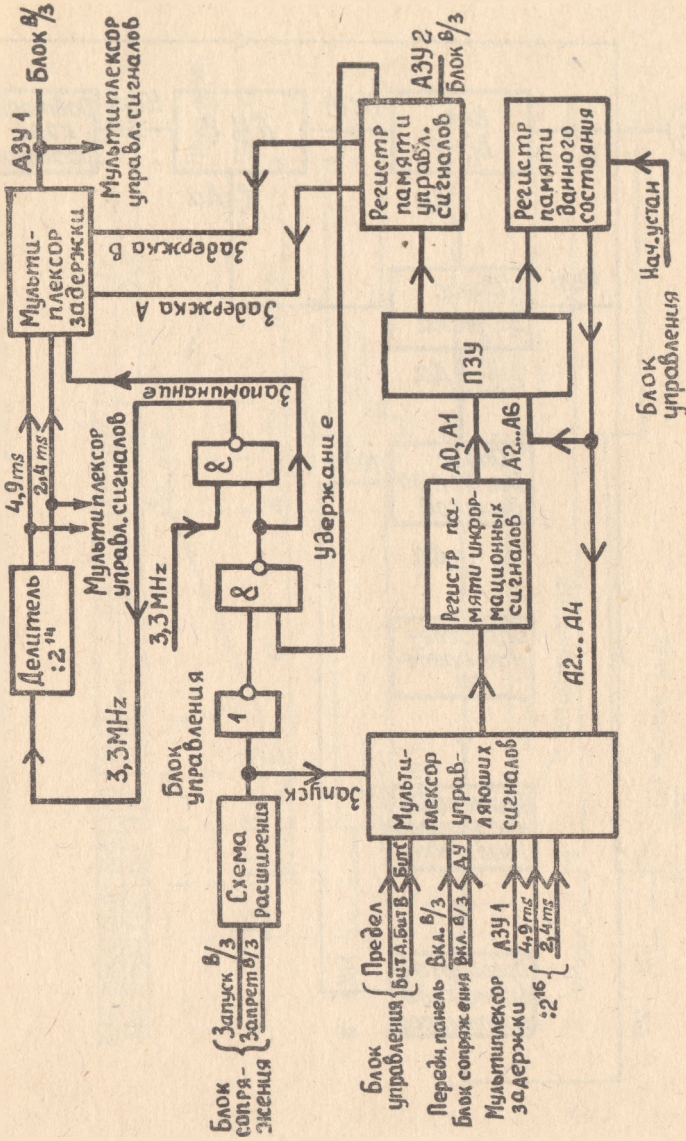


Рис. 16

Алгоритм работы логики выборки/запоминания

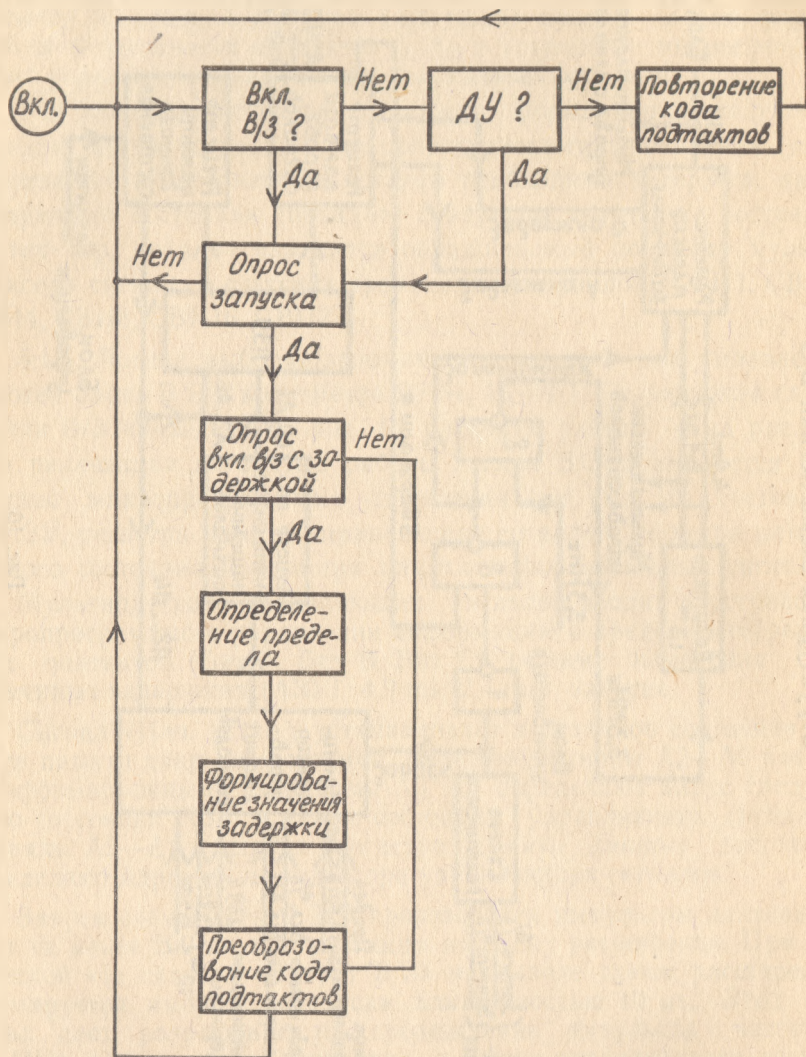


Рис. 17

Временная диаграмма работы схемы логики В/З

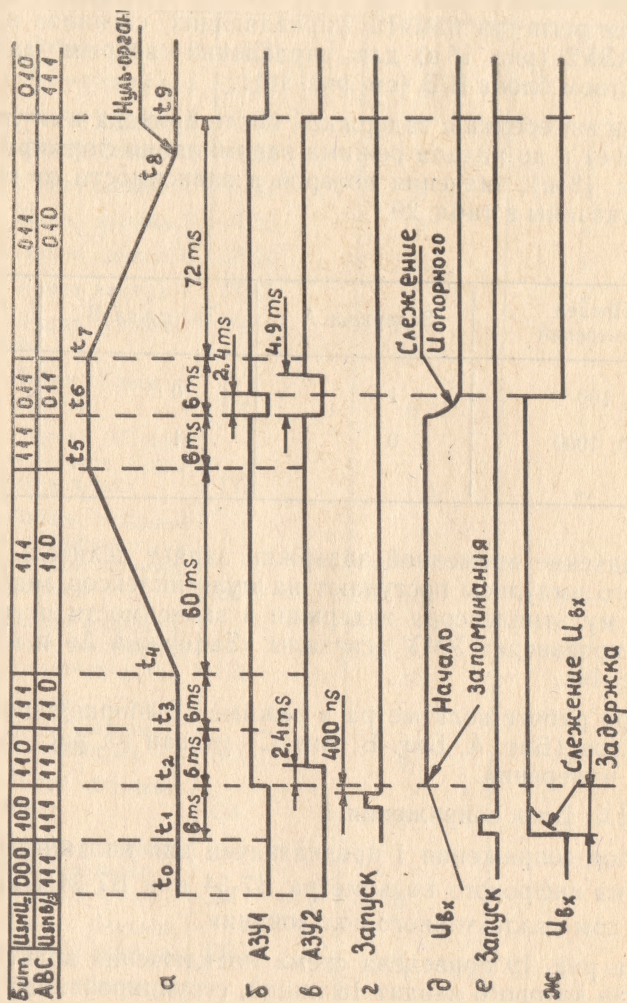


Рис. 18

устройства АЗУ1 и АЗУ2 блока В/З находятся в режиме слежения за изменением входного сигнала (рис. 18 б, в) до прихода импульса «Запуск» (рис. 18 г). Через 400 ns после прихода импульса запуска с выхода мультиплексора задержки поступает импульс АЗУ1 (рис. 18 б) для управления соответствующим запоминающим устройством в блоке В/З, через 2,4 ns после выдачи импульса АЗУ1 с выхода регистра памяти управляющих сигналов поступает импульс АЗУ2 (рис. 18 в) для управления вторым запоминающим устройством блока В/З (см. рис. 10).

При измерении с задержкой после прихода импульса «Запуск» (рис. 18 е) и до начала режима запоминания формируется задержка (рис. 18 ж), значения которой в зависимости от предела измерений указаны в табл. 20.

Таблица 20

Предел измерений	Задержка А	Задержка В	Значение задержки
1; 100	1	0	1250 $\mu$ s
10; 1000	0	1	640 $\mu$ s

Значение временной задержки задает делитель  $2^{14}$ , с выхода которого импульсы поступают на мультиплексор задержки. Адресацию мультиплексора задержки в зависимости от предела измерений производит УМУ (сигналы «Задержка А» и «Задержка В», см. рис. 16).

При работе вольтметра в режиме «Выборка/запоминание» код подтактов (Бит. А, Бит. В, Бит С) указан на рис. 19 для полного цикла измерения.

#### 5.1.6. Блок сопряжения 1

Блок сопряжения 1 предназначен для ввода/вывода информации в/из цифрового вольтметра В7-34 или В7-34/1 при его работе с каналом коллективного пользования.

На рис. 19 приведена схема подключения вольтметра к ККП, в состав которого входят 16 линий, сгруппированных в четыре шины (шина запуска, состоящая из двух линий, введена дополнительно ввиду специфики работы вольтметра, о которой будет сказано ниже). Расшифровка сокращенных наименований, исходные и рабочие состояния линий даны в табл. 21.

Если вольтметр выдает данные в ККП, то он является передатчиком. Если вольтметр принимает поступающие с ККП данные, то он является приемником.

Таблица 21

Наименование			Состояние линии	
шины	линии	сокращенное	исходное	рабочее (при наличии сигнала)
1. Шина данных (ШД)	Линия данных 0	ЛД0	0	*
	Линия данных 1	ЛД1	0	*
	Линия данных 2	ЛД2	0	*
	Линия данных 3	ЛД3	0	*
	Линия данных 4	ЛД4	0	*
	Линия данных 5	ЛД5	0	*
	Линия данных 6	ЛД6	0	*
2. Шина идентификации (ШИ)	Линия управления	Уп	0	1
	Линия «Конец передачи»	Кп	0	1
3. Шина синхронизации (ШС)	Линия «Приемник готов к приему данных»	ГП	(0)	**
	Линия откликов приемников о том, что они приняли данные	ДП	(0)	**
	Линия сопровождения данных (от передатчика)	СД	(0)	**
4. Шина управления (ШУ)	Линия «Запрос обслуживания» (от приборов)	ЗО	0	1
	Линия «Очистить канал»	ОК	0	1
	Линия отпирания дистанционного управления	ДУ	0	1
5. Шина запуска (ШЗ)	Линия «Разреш. внешнего запуска»	РВЗ	0	1
	Линия «Внешний запуск»	ВЗ	0*** 1	1 0



## Схема подключения вольтметра к ККП

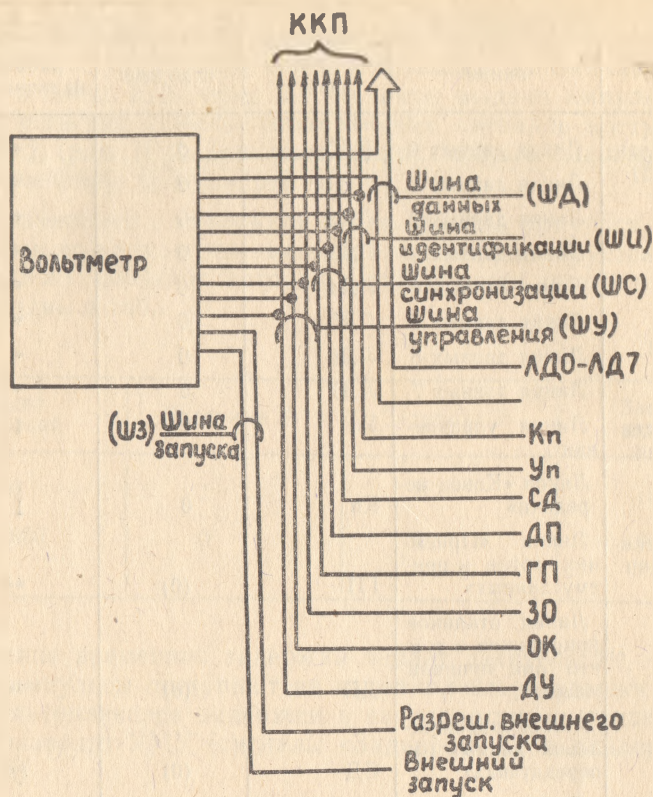


Рис. 19

Условные обозначения:

0 — высокий потенциал, соответствующий напряжению + (2—4,5) V

1 — низкий потенциал, соответствующий напряжению + (0—0,8) V

\* — может принимать значение логического «0» или «1»

\*\* — смотри процесс синхронизации (рис. 20)

( ) — состояние линий, когда вольтметр не адресован

\*\*\* — внешний запуск осуществляется перепадом напряжения из «0» в «1» или из «1» в «0» и должен соответствовать положению переключателя на задней панели вольтметра.

Шина данных (ЛД0—ЛД7)

Линии данных ЛД0—ЛД7 используются для передачи/приема адресных данных, основных данных о результате измерения, про-

граммных данных и данных о состоянии, передаваемых в коде, параллельном по битам и последовательном по байтам.

Шина синхронизации (ГП, ДП, СД)

Линии ГП, ДП, СД используются для организации обмена информацией по шине данных.

### Процесс синхронизации при передаче двух байтов информации по ККП

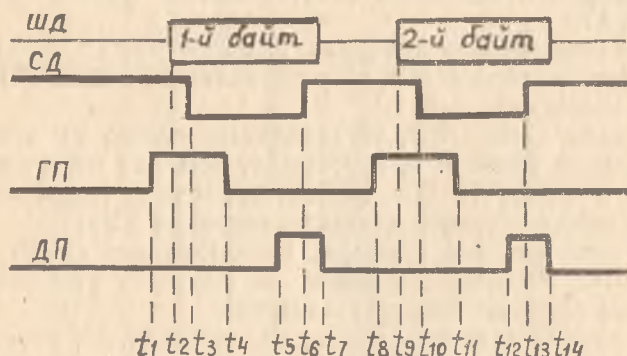


Рис. 20

На рис. 20 показан процесс синхронизации при передаче двух байтов информации по ККП и изображены действительные формы сигналов на линиях СД, ГП, ДП.

Шина идентификации (Кп, Уп)

Линия Кп устанавливается передатчиком в низкое состояние одновременно с передачей последнего байта данных, сигнализируя, что данных больше нет.

Если линия Уп устанавливается в низкое состояние, то все приборы, подключенные к ККП, реагируют на действие устройства управления (УУ). Когда линия Уп устанавливается в высокое состояние, то только прибор, адресованный на передачу и приборы, адресованные на прием, должны реагировать на сигналы шины синхронизации (ШС).

Шина управления (ДУ, ОК, ЗО).

Приборы, подсоединенные к ККП, отпираются для реагирования на данные дистанционного программирования, если устройство управления (УУ) устанавливает линию ДУ в низкое состояние. Если линия ДУ находится в высоком состоянии, то приборы, подключенные к ККП, управляются органами управления, расположенными на передней панели.

Если линия ОК устанавливается в низкое состояние, прекращается обмен информацией в ККП и все устройства освобождаются от адресов. Если линия ОК устанавливается в высокое состояние, приборы работают в соответствии с общими правилами работы в ККП. Линия ОК используется при начальном запуске системы или в случае необходимости установки системы в исходное состояние.

Линия ЗО переходит в низкое состояние в том случае, если какой-либо прибор, подсоединенный к ККП, «требуется внимания» устройства управления (УУ). Включение ЗО не исключает других операций в ККП.

Устройство управления (УУ), получив сигнал ЗО, осуществляет идентификацию запроса обслуживания по методу последовательного опроса. На рис. 21 показан процесс идентификации запроса обслуживания и изображены действительные формы сигналов на линиях ЗО, Уп:

когда какой-либо из приборов, подключенных к ККП, «требуется внимания» со стороны УУ, он устанавливает линию ЗО в низкое состояние, момент времени  $t_1$ ;

УУ, приняв сигнал ЗО, устанавливает линию Уп в низкое состояние, момент времени  $t_2$ , и посылает команду отпирания последовательного опроса (ОПО), момент времени  $t_3$  (промежуток времени  $t_1-t_2$  неопределенной длины и зависит от УУ);

после того, как все приборы, подключенные к ККП, примут команду ОПО, УУ передает адрес на передачу уже одному, выбранному им прибору, момент времени  $t_4$ ;

после приема прибором адреса на передачу, УУ переводит линию Уп в высокое состояние, момент времени  $t_5$ , и принимает данные о состоянии прибора, который был адресован, момент времени  $t_6$ ;

УУ проверяет поступающий байт информации о состоянии адресованного прибора и интерпретирует его в следующем виде:

если ЛДБ находится в высоком состоянии, то значит адресованный прибор не запрашивает обслуживания;

если ЛДБ находится в низком состоянии, значит адресованный прибор запрашивает обслуживания;

если опрашиваемый прибор не требует обслуживания, то УУ переходит к опросу следующего прибора, установив линию Уп в низкое состояние, момент времени  $t_7$ , и передавая адрес на передачу, момент времени  $t_8$ ;

установив линию Уп в высокое состояние, момент времени  $t_9$ , УУ принимает данные о состоянии со следующего прибора, момент времени  $t_{10}$ , и проверяет их аналогично изложенному выше.

Таким образом УУ может проверить данные о состоянии всех приборов, подключенных к ККП.

Если прибор, с которым УУ работает в данный момент, запрашивает обслуживание или опрошены все приборы (которые интересуют УУ), то УУ переводит линию Уп в низкое состояние, момент времени  $t_{11}$ , и передает команду запираания последовательного опроса (ЗПО), которая поступает на все приборы, подключенные к ККП;

после этого работа в ККП осуществляется по программе устройства управления (УУ).

Шина запуска (РВЗ, ВЗ).

Существование шины запуска (ШЗ), состоящей из двух линий

Процесс идентификации запроса обслуживания

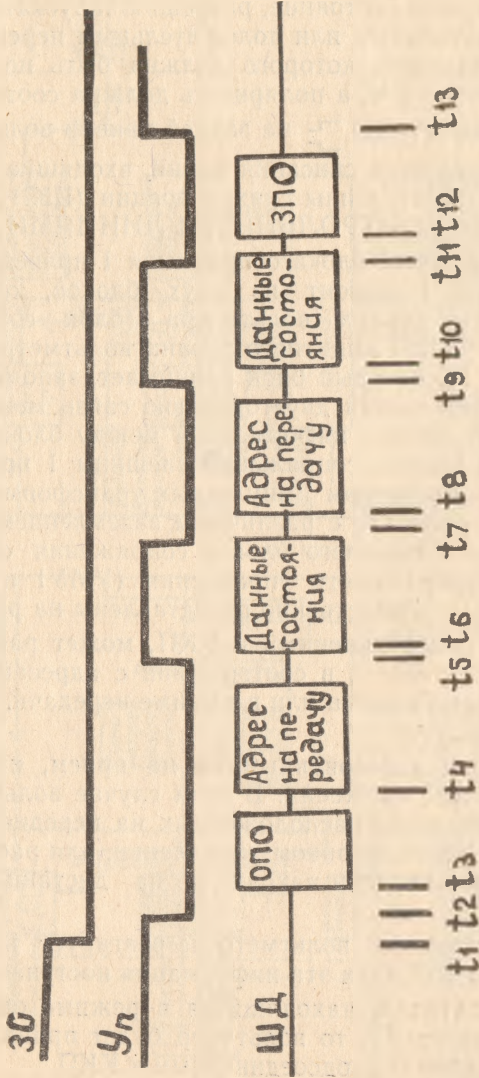



Рис. 21

«Разреш. внешнего запуска» и «Внешний запуск» определяется необходимостью вольтметра измерять мгновенные значения напряжения в определенные моменты времени при использовании режима «Выборка/запоминание».

Когда вольтметр готов к внешнему запуску, линия РВЗ устанавливается в низкое состояние, разрешая запускать вольтметр по линии ВЗ отрицательным или положительным перепадом входного импульса, длительность которого должна быть не менее 200 нс, амплитуда не менее 2 В, а полярность должна соответствовать положению переключателя  на задней панели вольтметра.

С целью упрощения списания линии, входящие в состав шины идентификации (ШИ), шины синхронизации (ШС) и шины запуска (ШЗ), назовём КОНТРОЛЬНЫМИ ЛИНИЯМИ.

Структурная схема блока сопряжения 1 приведена на рис. 22. Блок сопряжения 1 состоит из двух блоков, один находится внутри защитного экрана вольтметра (блок сопряжения внутренний 1), другой вне защитного экрана вольтметра (блок сопряжения внешний 1). Каждый блок принимает, запоминает и выдает информацию, обеспечивая двустороннюю связь между блоком управления и ККП. Обмен информацией между блоком сопряжения внутренним 1 и блоком сопряжения внешним 1 происходит через схему защиты, посредством импульсных трансформаторов, что позволяет блокам работать с различным заземлением. Основу как внутреннего, так и внешнего блоков сопряжения составляют устройства микропрограммного управления (УМУ1 и УМУ2), алгоритмы их работы соответственно представлены на рис. 23 и рис. 24.

Вольтметр, подсоединенный к ККП, может работать в одном из трех режимов работы, в соответствии с адресацией: в режиме слежения, в режиме приема или в режиме передачи.

#### Режим слежения

Вольтметр, не адресованный ни на прием, ни на передачу, находится в режиме слежения. В этом случае вольтметр работает от органов управления, расположенных на передней панели, если не находится на дистанционном управлении, или работает по ранее принятой программе, если находится на дистанционном управлении.

В режиме слежения вольтметр не реагирует на информацию, поступающую с ККП, если эта информация поступает не от УУ.

Если на вольтметр, находящийся в режиме слежения, поступает информация от УУ, то вольтметр будет принимать ее аналогично другим приборам, подсоединенным к ККП.

#### Режим приема

Вольтметр, адресованный на прием, работает в режиме приема. В этом режиме вольтметр принимает поступающую информацию, обрабатывает ее и производит измерения по принятой программе.









### Режим передачи

Вольтметр, адресованный на передачу, работает в режиме передачи. При работе в режиме передачи вольтметр выдает данные результатов измерения в ККП после процесса измерения.

При работе вольтметра в режиме слежения УМУ2 (см. рис. 22) устанавливает на схемах выходных буферных каскадов линий данных и контрольных линий высокие состояния, чтобы не влиять на прохождение информации по ККП, выключает схему контроля выхода и через входной мультиплексор и схему защиты передает сигнал, определяющий работу вольтметра в режиме слежения, на блок сопряжения внутренних 1. Одновременно с этим УМУ2 осуществляет контроль за работой УУ по состоянию линии Уп, которая заводится на УМУ2 через входной буферный каскад контрольных линий.

УМУ1 принимает поступающую информацию о режиме слежения, осуществляет переключение схемы выбора предела и функции на программирование с переключателей, расположенных на передней панели, устанавливает схемы программирования режима В/З и режима отношения, а также схему программирования режима выдачи информации и режима запуска в состояние выключено (если вольтметр не находится на дистанционном управлении). Сигнал записи, поступающий на память вывода данных от УМУ1, выключается.

Таким образом, если вольтметр в режиме слежения не находится на дистанционном управлении, то он управляется органами управления, расположенными на передней панели. Если вольтметр в режиме слежения находится на дистанционном управлении, то управление его работой (процессом измерения) осуществляется по ранее принятой программе.

Когда линия Уп принимает рабочее состояние, определяющее, что передаваемая по ККП информация поступает от УУ, УМУ2 принимает поступающую информацию по линиям данных ЛД0—ЛД6 через входной буферный каскад линий данных, синхронизируя поступление информации с помощью схемы контроля выхода через входной и выходной буферные каскады контрольных линий согласно рис. 20.

При адресации вольтметра на прием или передачу УМ2 производит сравнение поступающего адреса с адресом, предписанным вольтметру, код которого выбирается на колодке адреса. На колодке адреса выбираются только пять двоичных битов семибитового формата. Шестой и седьмой биты обеспечивают определение адреса: 01 — адресация на прием, 10 — адресация на передачу.

При идентификации запроса обслуживания работа вольтметра осуществляется в последовательности, представленной на рис. 21.

Если вольтметр адресован на прием, то УМУ2 через входной мультиплексор и схему защиты передает информацию о включе-

нии ДУ на УМУ1. УМУ1 включает схему контроля состояния ДУ в состояние «ДУ включено», не меняя при этом состояния других схем. Таким образом, вольтметр подготовился к дальнейшему режиму работы в соответствии с требованиями УУ.

Если вольтметр адресован на прием (режим приема), линия Уп находится в исходном состоянии, а линия ДУ — в рабочем состоянии, то вольтметр через блок сопряжения 1 принимает программные данные. Программирование вольтметра осуществляется буквенно-цифровым кодом в соответствии с табл. 11.

Вольтметр принимает только идентификаторы (буквенное обозначение кодируемой информации) R, F, S, T, P, M и цифры от 0 до 7. Программирование должно заканчиваться командой E (идентификатор конца программы) на выполнение процесса измерения в соответствии с принятой программой.

Поступивший байт программных данных принимается УМУ2 через входной буферный каскад линий данных, а затем (если передается код идентификатора) проверяется на соответствие идентификаторам, перечисленным выше. После проверки поступающей информации УМУ2 передает ее в сокращенном коде через входной мультиплексор, схему защиты на УМУ1. Синхронизация приема программных данных осуществляется УМУ2 с помощью схемы контроля выхода через входной и выходной каскады контрольных линий согласно рис. 20.

УМУ1 принимает поступившую информацию и, если это код идентификатора, подготавливает соответствующую схему программирования или схему выбора предела и функции на включение (включение соответствующей программируемой схемы произойдет с приходом кода цифровой информации). После этого УМУ1 с помощью сигнала «Разрешение переноса внутр.» передает через схему защиты на УМУ2 информацию о приеме данных. При поступлении кода идентификатора конца программы — E, УМУ1 с помощью сигнала обмена «Удержание ДУ» разрешает блоку управления производить измерения по принятой программе. Сигнал «Запись» на память вывода данных от УМУ1 выключен.

Таким образом, в режиме приема вольтметр производит измерение по принятой программе только после прихода команды E.

При адресации вольтметра на передачу (режим передачи) возможны два режима вывода данных:

1) если программируется нормальный вывод данных (однократные или многократные измерения), то вольтметр выдает данные сразу же после окончания процесса измерения, если он адресован на передачу. Если вольтметр не адресован на передачу, он ожидает адреса на передачу для вывода данных или адреса на прием для перепрограммирования;

2) если программируется прерывание измерений и вольтметр не адресован на передачу, он выдает команду 30 после каждого измерения, ожидая распознавания устройством управления со-

ласно рис. 21. Если вольтметр адресован на передачу при программировании прерывания, он выдает данные как и в первом случае.

Вольтметр обеспечивает выдачу информации в ККП согласно ГОСТ 13052-74 и табл. 12, формат выдаваемой последовательно по байтам информации соответствует табл. 13.

При адресации вольтметра на передачу УМУ1, не изменяя состояние схем программирования, определяет окончание измерения с помощью сигнала обмена МД (метка данных) и через схему защиты сигналом «Разрешение переноса внутр.» передает на УМУ2 информацию о готовности к выводу данных.

УМУ2 по состоянию линий ГП, ДП, поступающих с входного буферного каскада контрольных линий, определяет готовность со стороны ККП к приему данных. Если ККП готов к приему данных, то УМУ2 сигналом «Разрешение переноса внешний», через схему защиты выдает на УМУ1 информацию о разрешении выдачи данных. УМУ1 через мультиплексор вывода данных записывает (сигналом «Запись») в память вывода данных и передает через схему защиты на выходной мультиплексор выходные данные в последовательности согласно табл. 12.

Смена байта выходной информации (в памяти вывода данных) определяется УМУ1 при получении им команды разрешения смены информации, поступающей от УМУ2 через схему защиты, сигналом «Разрешение переноса внешний». УМУ2 при получении кода выдаваемой информации с блока сопряжения внутреннего 1 через выходной мультиплексор и выходной буферный каскад линий данных помещает выдаваемую информацию на линиях данных ЛД0—ЛД7 и с помощью схемы контроля выхода, входного и выходного буферных каскадов контрольных линий осуществляет синхронизацию вывода данных согласно рис. 20.

Таким образом, при адресации вольтметра на передачу последовательность вывода данных управляется УМУ1. При подключении вольтметра к ККП возможны следующие режимы выдачи информации (табл. 11).

**М0.** Многократные измерения без вывода данных

Вольтметр производит измерение в соответствии с программой запуска без вывода данных.

**М1.** Многократные измерения с выводом данных

Вольтметр производит измерение и выдает данные, если он адресован на передачу. Если вольтметр не адресован на передачу, он ожидает адрес на передачу, чтобы выдать данные, или адрес на прием для перепрограммирования. После выдачи данных вольтметр запускается на следующее измерение в соответствии с программой запуска.

**М2.** Однократное измерение без вывода данных

Вольтметр производит измерение и не выдает данных. Новое измерение произойдет только после перепрограммирования.

**М3.** Однократное измерение с выводом данных

Вольтметр производит измерение и выдает данные, если он адресован на передачу; если не адресован на передачу, то ожидает адреса на передачу или адреса на прием (для перепрограммирования). После вывода данных вольтметр произведет измерение только после перепрограммирования.

М4. Многократные измерения с запросом на обслуживание без вывода данных.

Программирование запрета вывода данных отвергает программирование прерывания, следовательно, это такой же режим, как и М0.

М5. Многократные измерения с запросом на обслуживание с выводом данных.

Это такой же режим, как и М1, за исключением того, что если вольтметр не адресован на передачу, то линия ЗО принимает рабочее состояние после окончания процесса измерения. Линия ЗО возвращается в исходное состояние, если данные выданы или произведено перепрограммирование.

М6. Однократные измерения с запросом на обслуживание без вывода данных.

Программирование запрета вывода данных отвергает программирование прерывания, следовательно, это такой же режим, как и М2.

М7. Однократные измерения с запросом на обслуживание с выводом данных.

Этот режим такой же, как и М3, за исключением того, что если вольтметр (после процесса измерения) не адресован на передачу, линия ЗО принимает рабочее состояние. Эта линия (ЗО) возвращается в исходное состояние после вывода данных или после перепрограммирования.

Возможные режимы запуска:

Т0. Периодический запуск

Запуск вольтметра на измерение осуществляется в соответствии с установленным блоком управления периодом запуска.

Т1. Немедленный внутренний запуск

Запуск вольтметра осуществляется с минимальным периодом запуска, который устанавливается блоком управления в зависимости от режима измерения.

Т2. Внешний запуск

Запуск вольтметра происходит при поступлении с ККП импульса отрицательной полярности длительностью не менее 200 нс и амплитудой не менее 2 В.

Т3. Удержание

Вольтметр хранит результат предыдущего измерения и запрещает осуществлять новое измерение.

### 5.1.7. Блок сопряжения 2

Блок сопряжения 2 предназначен для связи вольтметра с регистрирующим устройством (РЕГИСТР. УСТРОЙСТВО), управляющим устройством и другими приборами информационной измерительной системы по индивидуальной линии связи.

Блок сопряжения 2 состоит из блока вывода данных ВД и блока дистанционного управления ДУ.

1) Блок ВД предназначен для вывода информации о всех измеряемых вольтметром физических величинах, пределе измерения и данных тестового контроля на внешнее регистрирующее устройство по индивидуальной линии связи.

Структурная схема блока ВД приведена на рис. 25.

Схемой защиты блок делится на две части — внешнюю и внутреннюю. Схема защиты предназначена для гальванической развязки между внутренней и внешней частями вольтметра и представляет собой 7 пар последовательно включенных трансформаторов.

Схема мультиплексоров вывода данных МВД предназначена для последовательно-параллельной передачи по четырем шинам («1 код регистра», «2 код регистра», «4 код регистра», «8 код регистра») информации об измеряемой величине через схему защиты на выходные регистры ВР.

Последовательно-параллельная передача информации позволяет сократить количество электрических цепей при передаче ее через схему защиты и записи в выходные регистры ВР.

Схема управления мультиплексорами СУМ предназначена для выработки сигналов «Управление А», «Управление В», поступающих на адресные входы МВД. Сигнал на адресных входах мультиплексоров определяет очередность передачи информации об измеряемой величине через схему защиты.

Схема управления выводом данных УВД предназначена для выработки сигнала «Разрешение вывода», за время действия которого происходит передача информации через схему защиты и сигнала «Импульсы сдвига», при помощи которых происходит запись информации в ВР.

ВР предназначены для преобразования информации об измеряемой величине с последовательно-параллельного кода, поступающего с выхода МВД через схему защиты, в параллельный код и хранения ее на время, необходимое для регистрации в регистрирующем устройстве.

Схема преобразователя кода функции и знака ПКФЗ предназначена для преобразования параллельного кода (табл. 22, 23), поступающего на вход МВД, в параллельный код согласно табл. 24.

Схема удержания СУ предназначена для выдачи сигнала «Удержание ДУ», если приходит сигнал «Удержание печати» с разъема РЕГИСТР. УСТРОЙСТВО.

# Структурная схема блока ВД

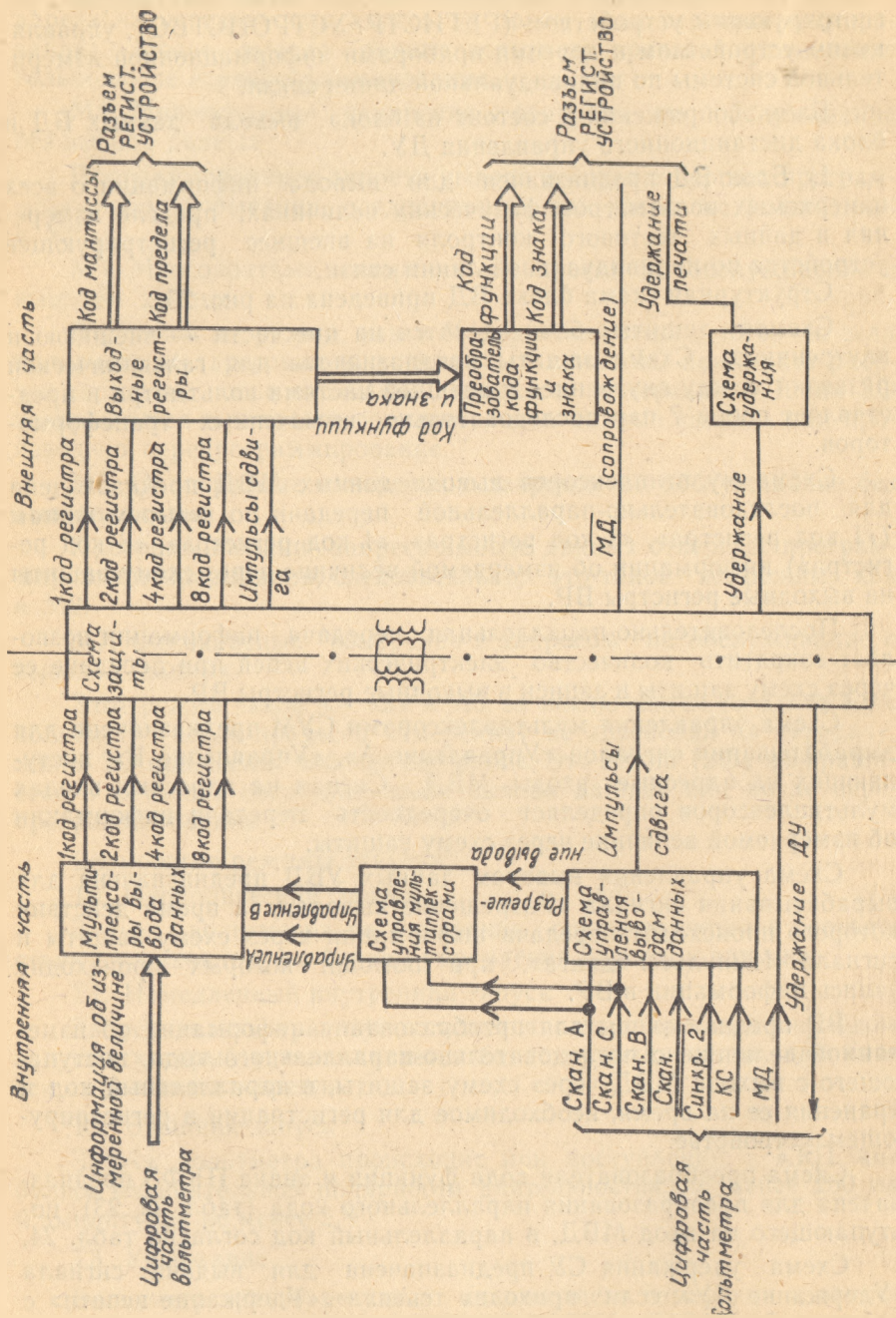


Рис. 25

На рис. 26 приведены эпюры напряжений, поясняющие принцип работы блока ВД.

После окончания измерения в момент времени  $t_1$  с цифровой части вольтметра поступает сигнал «КС», который сигнализирует, что в цифровой части вольтметра записана мантисса измеряемой

### Эпюры напряжений блока ВД

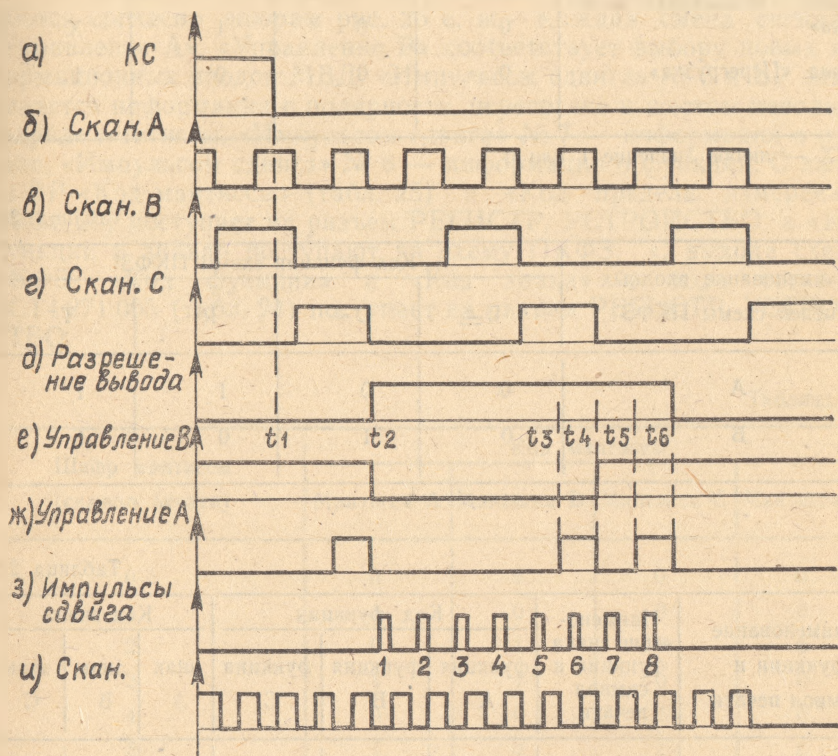


Рис. 26

величины. В момент времени  $t_2$  с приходом с цифровой части вольтметра первого отрицательного перепада сигнала «Скан. С» и одновременно с ними отрицательного перепада «Скан. А» (см. рис. 26а, б, г) на выходе схемы УВД формируется сигнал «Разрешение вывода». По длительности сигнала «Разрешение вывода» равен четырем периодам сигнала «Скан. А» и заканчивается в момент времени  $t_6$  с приходом отрицательного перепада сигнала «Скан. В» (см. рис. 26 в, д). За время действия высокого уровня сигнала «Разрешение вывода» на выходе СУМ формируются сигналы «Управление А», «Управление В», которые поступают на адресные входы МВД, а на выходе схемы УВД — восемь «Импульсов сдвига», ко-

Таблица 22

Наименование входных шин ПКФЗ	Код функций схемы ПКФЗ			
	+	—	Н	*
Шина «Полярность»	1	0	X	X
Шина «Неполярная величина»	0	0	1	X
Шина «Перегрузка»	0	0	0	1

X — любое значение 1 или 0

Таблица 23

Наименование входных цепей схемы ПКФЗ	Код функции схемы ПКФЗ			
	U <sub>—</sub>	U <sub>~</sub>	R	T
A	0	0	1	1
B	0	1	0	1

Таблица 24

Наименование функции и символ печати	Наименование знака функции и символ печати	Код функции			Код знака		
		функция	функция	функция	знак	знак	знак
		A	B	C	A	B	C
1. Измерение постоянного напряжения, U	Полярность, + (—)	1	0	1	1(1)	1(0)	0(1)
2. Измерение синусоидального напряжения, U	Неполярная величина, Н	1	0	1	0	0	0
3. Измерение сопротивления, R	Полярность, +	0	1	0	1	1	0
4. Тестовый контроль, T	Полярность, + (—)	0	0	1	1(1)	1(0)	0(1)



торые поступают на синхровходы схемы ВР. Если во время поступления на схему ВР первых пяти «Импульсов сдвига» сигналы «Управление А», «Управление В» на адресных входах МВД не меняются, то через схему защиты передается информация с одних и тех же информационных входов МВД, на которые поступают поочередно первые пять разрядов мантииссы с цифровой части. Значит за время  $t_3-t_2$  в ВР записываются первые пять разрядов мантииссы.

За время  $t_6-t_3$  сигналы «Управление А», «Управление В» меняются согласно эяграм рис. 26 е, ж. Каждая смена сигналов «Управление А», «Управление В» соответствует выбору новых информационных входов МВД. «Импульсом сдвига» № 6 в ВР записывается информация о полярности, перегрузке и шестом неполном разряде мантииссы, «Импульсом сдвига» № 7 — информация о пределе, «Импульсом сдвига» № 8 — информация о функции. С выхода ВР «Код мантииссы» (табл. 25) и «Код предела измерения» (табл. 26) поступает на разъем РЕГИСТР. УСТРОЙСТВО, а «Код функции и знака» поступают на схему ПКФЗ. С выхода схемы ПКФЗ «Код функции» и «Код знака» в коде согласно ОСТ4.271.005 (табл. 24) поступает на разъем РЕГИСТР. УСТРОЙСТВО.

Таблица 25

Шифр мантииссы (символ печати)	Код мантииссы			
	Мантиисса А	Мантиисса В	Мантиисса С	Мантиисса Д
0	0	0	0	0
1	1	0	0	0
2	0	1	0	0
3	1	1	0	0
4	0	0	1	0
5	1	0	1	0
6	0	1	1	0
7	1	1	1	0
8	0	0	0	1
9	1	0	0	1

После записи в ВР информации об измеряемой величине с цифровой части вольтметра поступает сигнал «МД». Схемой защиты он инвертируется и низкий уровень сигнала «МД» на разьеме РЕГИСТР. УСТРОЙСТВО сигнализирует о достоверности данных. При наличии на шине «Удержание печати» низкого уровня, по шине

Предел измерения	Код предела измерения		
	Предел А	Предел В	Предел С
0,1	0	1	1
1	1	0	1
10	0	0	1
100	1	1	0
1000	0	1	0
10000	1	0	0

«Удержание ДУ» в цифровую часть поступает логический «0» и запрещает работу вольтметра, вследствие чего информация об измеряемой величине на разъеме РЕГИСТР. УСТРОЙСТВО сохраняется до тех пор, пока на шине «Удержание печати» не появится логическая «1». С появлением логической «1» на шине «Удержание ДУ» начинается новый цикл измерения.

2) Блок ДУ предназначен для дистанционного управления вольтметром с помощью сигналов, поступающих с внешнего управляющего устройства на разъем ДУ, расположенный на задней панели вольтметра.

Блок ДУ позволяет дистанционно включать функцию, предел измерения и вид запуска вольтметра. Структурная схема блока ДУ приведена на рис. 27.

Схемой защиты блок ДУ делится на две части — внутреннюю и внешнюю. Схема защиты предназначена для гальванической развязки между внутренней и внешней частями вольтметра и представляет собой 6 пар последовательно включенных импульсных трансформаторов.

Мультиплексоры ввода программы МВП предназначены для преобразования параллельного кода программы (кода предела, кода функции), поступающего на разъем ДУ от внешнего управляющего устройства, в последовательный код.

Это необходимо для уменьшения количества электрических цепей при передаче кода программы через схему защиты во внутреннюю часть вольтметра.

Управление МВП осуществляет схема управления мультиплексорами СУМ с помощью сигналов «Счит. А» и «Счит. В», которые поступают на адресные входы мультиплексоров во время передачи программы работы вольтметра через схему защиты из внутренней части вольтметра.

Схема регистров записи новой программы РЗП предназначена для преобразования последовательного кода программы (кода функции, кода предела) в параллельный код программы и для

# Структурная схема блока ДУ

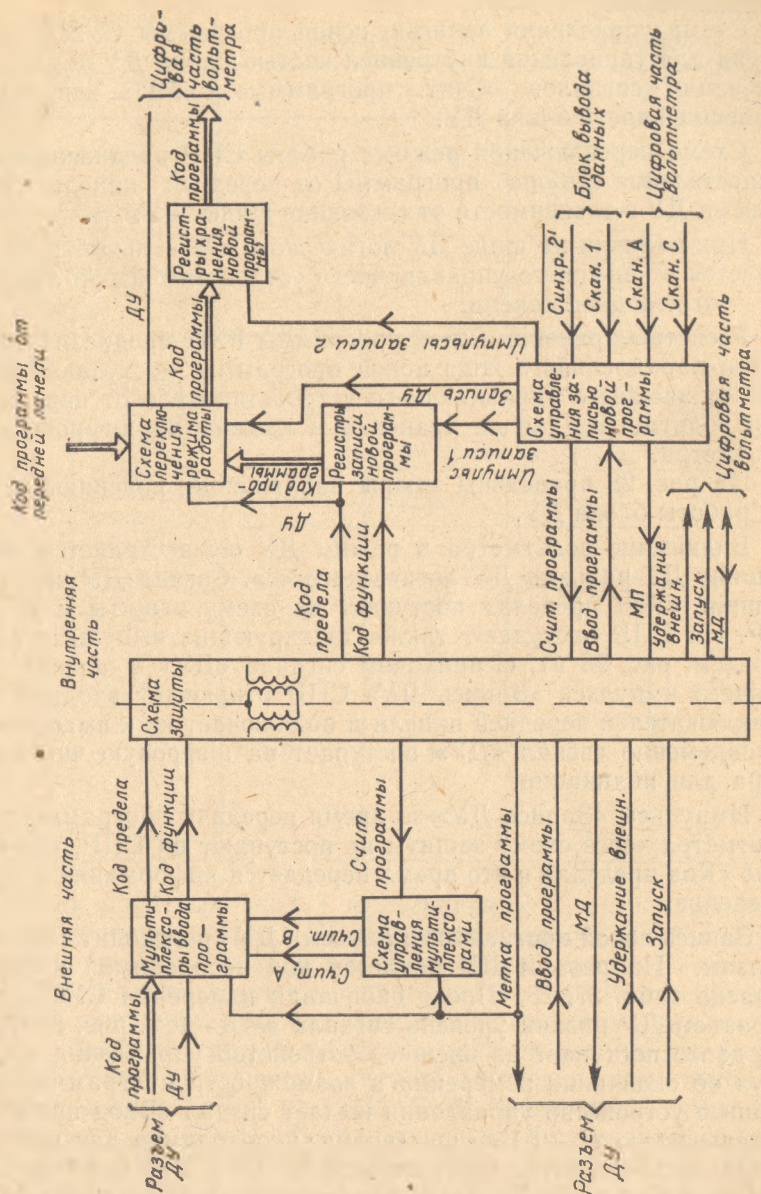


Рис. 27

упорядоченной записи параллельного кода программы с помощью сигнала «Импульсы записи 1» при передаче кода программы через схему защиты.

Схема управления записью новой программы СУЗП предназначена для управления внутренней частью блока ДУ и для выработки сигналов «Счит. программы» и «МП», используемых во внешней части блока ДУ.

Схема переключения режима работы СПР предназначена для осуществления выбора программы от передней панели либо от разъема ДУ в зависимости от состояния шины ДУ.

При наличии на шине ДУ логического «0» вольтметр программируется от внешнего управляющего устройства, а при логической «1» — от передней панели.

Регистры хранения новой программы РХП предназначены для записи параллельного кода новой программы, поступающей через СПР от внешнего управляющего устройства либо от передней панели вольтметра, для ее хранения и выдачи на цифровую часть вольтметра.

На рис. 28 приведены эпюры напряжений, поясняющие принцип работы блока ДУ.

Включение вольтметра в режим ДУ осуществляется подачей на шину ДУ разъема ДУ логического «0». Сигнал ДУ через МВП по шине «Код предела» поступает на схему защиты и далее на СПР. На СПР поступают также тактирующие импульсы «Запись ДУ» (см. рис. 28 н). С приходом сигнала «ДУ» и первого тактирующего импульса «Запись ДУ» СПР отключает входы РХП от переключателей передней панели и подключает их к выходам РЗП. Одновременно сигнал «ДУ» поступает на цифровую часть вольтметра для индикации.

Импульсы «Запись ДУ» во время передачи программы работы вольтметра через схему защиты не поступают на СПР, так как по шине «Код предела» в это время передается информация о пределе измерения.

Запись новой программы с разъема ДУ происходит следующим образом. На разъем ДУ подается код необходимой программы согласно табл. 27, 28. После окончания измерения СУЗП выдает на разъем ДУ низкий уровень сигнала «МД» (см. рис. 28б), который далее поступает на внешнее устройство управления, сигнализируя об окончании измерения и возможности программирования. Внешнее устройство управления выдает сигнал «Ввод программы» длительностью  $(t_4 - t_1) \geq 5 \text{ ms}$  (время, необходимое для ввода программы в вольтметр), поступающий на СУЗП. С цифровой части вольтметра на вход СУЗП поступают также сигналы «Скан. А», «Скан. С». На выходе СУЗП формируется сигнал «МП», равный по длительности двум периодам сигнала «Скан. А». Сигнал «МП» поступает через схему защиты на СУМ, на МВП и на разъем ДУ. Низкий уровень сигнала «МП» устанавливает СУМ в исходное

Таблица 27

Программируемая функция	Код на контактах разъема ДУ	
	Функция В	Функция А
	8	7
Измерение постоянного напряжения	0	0
Измерение синусоидального напряжения	1	0
Измерение сопротивления	0	1
Тестовый контроль	1	1

Таблица 28

Предел измерения	Номер теста при включении функции «Тест»	Код на контактах разъема ДУ			
		Предел С	Предел В	Предел А	АВП
		13	12	11	14
0,1	2	1	1	0	0
1	3	1	0	1	0
10	4	1	0	0	0
100	5	0	1	1	0
1000	6	0	1	0	0
10000		0	0	1	0
АВП	1	X	X	X	1

состояние (на адресных входах мультиплексора устанавливается 0). Высокий уровень сигнала «МП» разрешает работу СУМ и передачу кода программы с выхода мультиплексоров на схему защиты, а также запрещает во внешнем управляющем устройстве любое изменение в программе на время передачи ее во внутреннюю часть вольтметра. Высокий уровень сигнала «МП» разрешает поступление сигнала «Счит. программы», равного двум периодам сигнала «Скан. А», с выхода СУЗП на СУМ. СУМ инвертирует; делит на 2 импульсы сигнала «Счит. программы» и в результате этого выдает на адресные входы МВП сигналы «Счит. А», «Счит. В». Происходит последовательный опрос входов мультиплексора и передача кода новой программы с разъема ДУ через схему защиты по шинам «Код предела» и «Код функции» на последовательные входы РЗП. В качестве тактирующих импульсов, поступающих на синхровходы РЗП, используются четыре «Импульса записи 1».

Они получаются на выходе СУЗП путем совпадения высокого уровня сигнала «МП» и импульсов «Скан. 1», поступающих со схемы блока ВД. Итак, за время, когда сигнал «МП» находился в состоянии логической 1, на выходе РЗП устанавливается параллельный код программы работы вольтметра. С выхода РЗП через СПР код новой программы поступает на входы РХП, где происходит

### Эпюры напряжений блока ДУ

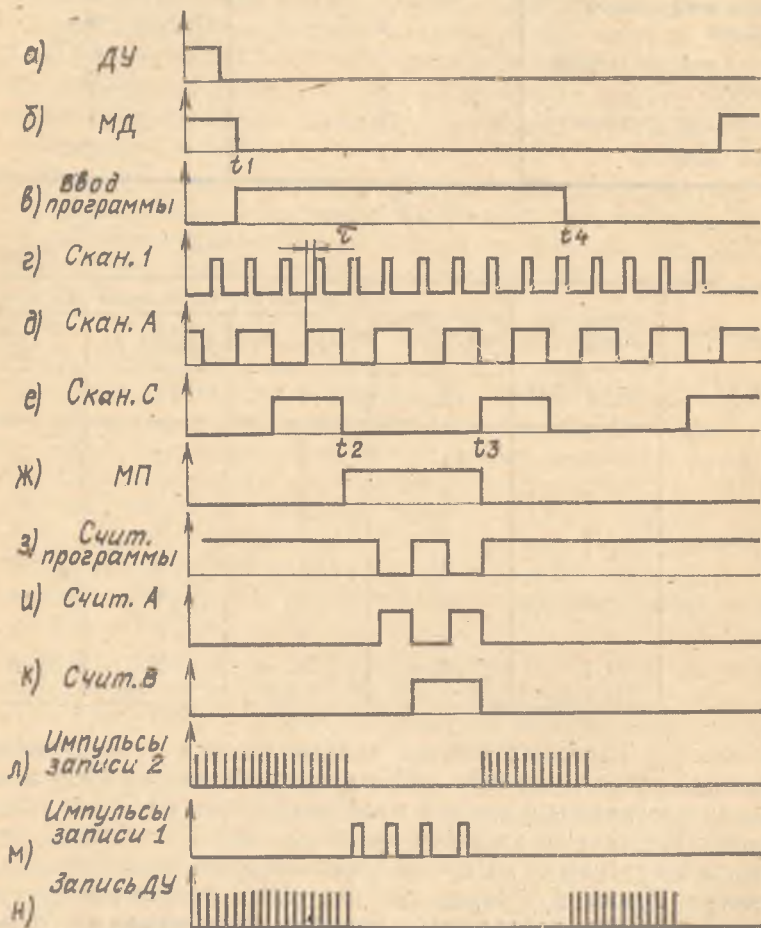


Рис. 28

запись и хранение новой программы до следующего изменения программы работы вольтметра и прихода сигнала «Ввод программы».

Запись новой программы в РХП происходит с помощью синхронимпульсов «Импульсы записи 2», которые при отсутствии высокого

уровня сигнала «МП» поступают на схему РХП. Во время передачи через схемы защиты новой программы СУЗП запрещает подачу сигналов «Импульсы записи 2» на РХП с целью исключения сбоев в работе вольтметра. Сигналы «Импульсы записи 2» получаются путем совпадения низкого уровня сигнала «МП» и импульсов «Синхр. 2'», поступающих с блока ВД. С выхода РХП параллельный код программы поступает в цифровую часть вольтметра. При снятии сигнала «ДУ» СПР подключает ко входам РХП код программы с переключателей на передней панели. При наличии на шине «Удержание внешнее» низкого уровня вольтметров производит измерение только с приходом импульса амплитудой  $U_{\text{имп.}} \geq 2,4 \text{ V}$  и длительностью  $\tau \geq 200 \text{ ns}$  по шине «Запуск».

#### 5.1.8. Схема электропитания

Схема электропитания предназначена для обеспечения функциональных узлов и блоков вольтметра необходимыми напряжениями. Структурная схема электропитания приведена на рис. 29 и включает в себя силовой трансформатор, источник вторичного электропитания, источник питания блока сопряжения внешнего 1, источник питания преобразователя R. Сетевое напряжение 220 V частотой 50 Hz подается на первичную обмотку силового трансформатора, с соответствующих вторичных обмоток переменное напряжение поступает на выпрямители и далее выпрямленное и оглаженное напряжение поступает на входы стабилизаторов напряжения.

#### 5.2. Схема электрическая принципиальная

##### 5.2.1. Устройство преобразования

###### 5.2.1.1. Усилитель X

При измерении постоянного напряжения на пределах 0,1; 1; 10 V входной сигнал с клеммы Nх через контакты реле P1, P2, резисторы R6, R7, R11 поступает непосредственно на усилитель X. Резисторы R6, транзисторы T2, T3 в диодном включении и микросхема MC4 образуют цепь защиты усилителя от перегрузок по напряжению на этих пределах.

При измерении постоянного напряжения на пределах 100 и 1000 V входной сигнал через контакты реле P1, P2 поступает на входной микропроводный делитель напряжения Э1 и далее, уменьшенный в 100 раз, на усилитель X. Цепь защиты усилителя на этих пределах образуют транзисторы T2, T3 и микросхема MC3.

Микросхема MC3 представляет собой двухполярный стабилизатор напряжения. При перегрузке открывается один из транзисторов T2 или T3 (в зависимости от предела и полярности) и напряжение на входе усилителя не превышает стабилизированного уровня MC3; при этом ток через резисторы R7, R6 не превышает 5 mA. На пределах 0,1; 1 V уровень ограничения напряжения на микросхеме MC3 составляет 2 V, на остальных пределах — 14 V. Переключение уровней ограничения производится сигналом «Управл. защитой».

# Структурная схема электропитания вольтметра

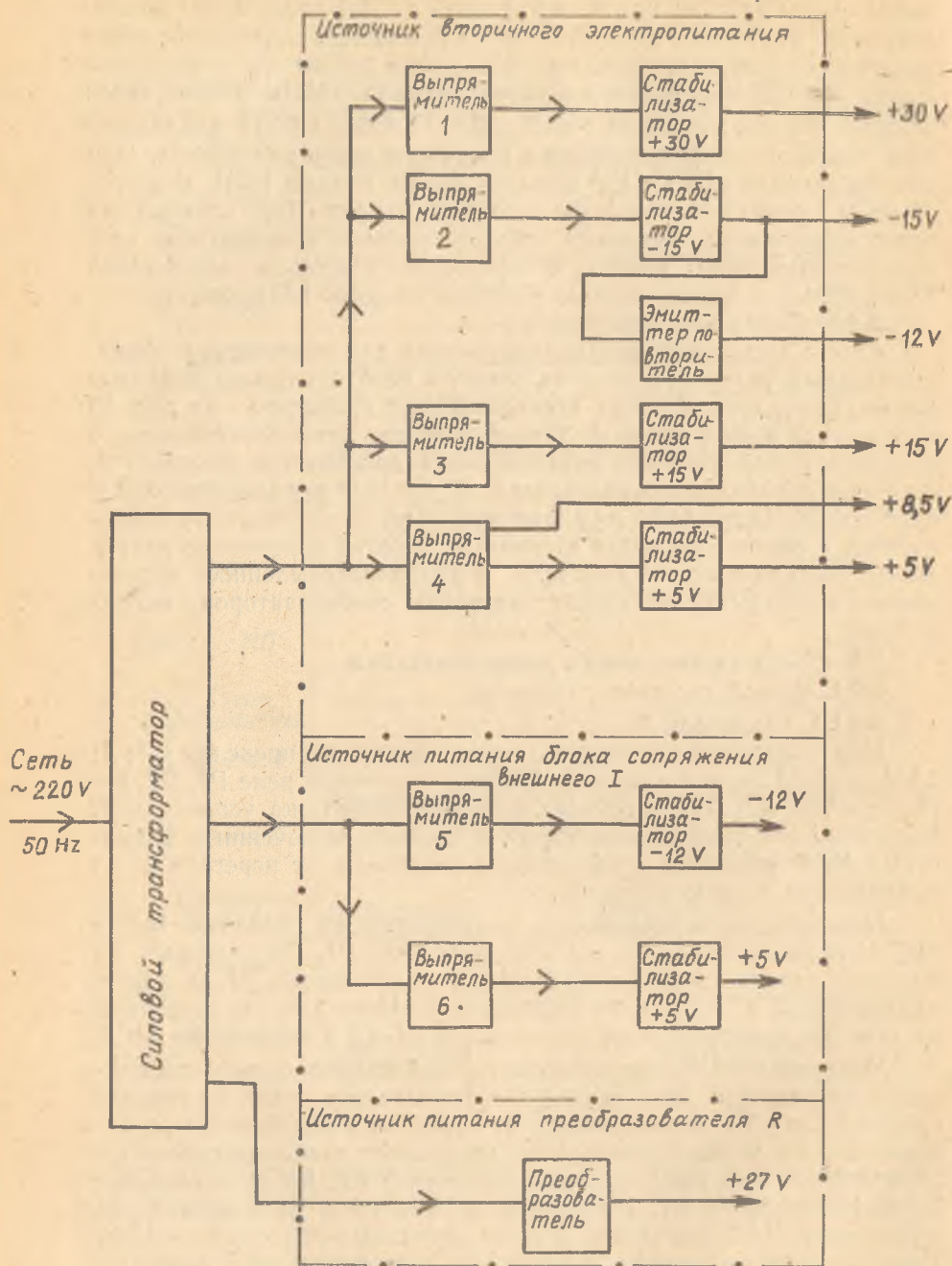


Рис. 29



Резисторы R7, R6 и конденсатор C4 образуют фильтр В4 для фильтрации переменной составляющей постоянного входного напряжения; транзистор Т4 отключает фильтр при измерении в режиме «Выборка/запоминание».

Усилитель X представляет собой микросборку МС7 (см. приложение 2) с парой полевых транзисторов Т8 на входе, обеспечивающих высокое входное сопротивление. Балансировка усилителя производится потенциометром R17.

В усилителе предусмотрена шина слежения (МС7/10), напряжение на которой повторяет входной сигнал усилителя во всем динамическом диапазоне с точностью  $\pm 50$  mV. Эта шина используется для управления ключами, нуль шины слежения устанавливается резистором R18.

Цепи С6, R22, С17 и R23, С8 служат для высокочастотной коррекции усилителя.

Управляют работой усилителя ключами на полевых транзисторах, представляющих собой микросборки МС7, МС10 (см. приложение 2), и полевые транзисторы Т5, Т9.

Логические команды из блока управления поступают на формирователь сигналов управления ключами МС1, МС6, МС8. Логическому «0» на входе формирователя соответствует выходной сигнал напряжением минус 15 V, а логической «1» — сигнал напряжением шины слежения входного усилителя.

Ключи на микросхеме МС5 и транзисторы Т5 коммутируют сигналы на входе усилителя, а ключи на микросхеме МС9 коммутируют сигналы обратной связи усилителя. В цепь обратной связи усилителя включен микропроволочный делитель Э3 типа ДНМ-109, с помощью которого устанавливается коэффициент усиления усилителя 10 или 100. С помощью резистора R30 осуществляется юстировка коэффициента усиления 10 (предел измерения 1 V), резистором R28 юстируется коэффициент усиления 100 (предел измерения 0,1 V).

Цепь Т10, Т11, R29, R31, R35, R37, С11 осуществляет защиту усилителя по входу. При перегрузке ( $U_{\text{вых}} \geq 14$  V) эта цепь шунтирует часть делителя, чем уменьшает коэффициент усиления усилителя.

Конденсатор С9 — корректирующий. В режиме усиления он используется как источник напряжения, равного напряжению смешения нуля входного усилителя.

Ключ 1 в микросхеме МС10 используется для замыкания накоротко конденсатора С9 в режиме «Выборка/запоминание». При этом цепи автокоррекции нуля усилителя отключены.

При помощи ключа Н(МС5), ключа Н'(Т9) и делителя Э2 (микропроволочный, типа ДНМ — 112) организуется инвертирующее включение усилителя X для получения на его выходе опорного напряжения отрицательной полярности и инвертирования выходного напряжения усилителя У. Этот режим используется во время обратного интегрирования при измерении положительной поляр-

ности, переменного напряжения, отношений двух постоянных напряжений одинаковой полярности. С помощью резистора R24 осуществляется юстировка инвертора.

#### 5.2.1.2. Аналого-цифровой преобразователь

АЦП состоит из трех каскадов. Первый каскад — интегратор, выполненный на микросхеме МС11 с полевыми транзисторами на входе.

Интегрирующий конденсатор С18 обладает высоким сопротивлением утечки и малым коэффициентом диэлектрической абсорбции. R40 — токозадающий резистор интегратора.

Управляют работой интегратора ключи на полевых транзисторах Т12—Т15, которые в свою очередь управляются сигналами формирователя МС12. Логические команды на формирователь поступают из блока управления. Сигналы управления формируются таким образом, что логической «1» соответствует нулевой уровень выходного напряжения, а логическому «0» соответствует уровень минус 5 В.

Резисторы R41, R43, R46 служат для повышения крутизны фронтов импульсов.

Второй каскад АЦП — масштабный усилитель с коэффициентом усиления около 50, повышающий крутизну напряжения интегратора в момент перехода через нуль. В остальное время выходное напряжение усилителя ограничено цепью Д5—Д8, R67 до уровня 1 В для повышения его быстродействия.

Оба каскада охвачены цепью автоматической коррекции нуля, состоящей из ключа Т15 и корректирующего конденсатора С16. Коррекция происходит аналогично коррекции нуля усилителя X, вход интегратора при этом замыкается накоротко на землю транзисторным ключом Т14. Резистор R69 предохраняет операционный усилитель МС13 от перегрузки по току в начальный момент коррекции.

Третий каскад — интегральный компаратор МС14, фиксирующий момент перехода напряжения интегрирования через определенный уровень при обратном интегрировании. Кроме того, по состоянию компаратора после прямого интегрирования определяется полярность измеряемого напряжения.

Фильтр R72, С20 предохраняет компаратор от случайных срабатываний из-за высокочастотных шумов на его входе. В момент переключения ключей интегратора возможно проникновение паразитных импульсов через интегрирующий конденсатор на усилитель (МС13), их усиление и вследствие этого ошибочное срабатывание компаратора. Для предотвращения этого явления служит делитель

R48, R62, выполняется соотношение  $\frac{R62}{R48} = \frac{R68}{R58}$ , и паразитный

импульс, попадая на инвертирующий вход усилителя (МС13), оказывается скомпенсированным на его входе.

В целях увеличения помехоустойчивости компаратора уровень срабатывания его смещен относительно нуля цепью R59, R63, R73. Часть опорного напряжения с этого делителя подается на инвертирующий вход компаратора, в результате чего он срабатывает несколько позже. Эта задержка учитывается цифровой частью вольтметра, значение задержки можно регулировать резистором R63.

Цепь R64, R70, R73 предназначена для компенсации собственного смещения нуля компаратора. Резистором R64 устанавливается смещение компаратора, равное нулю.

Вследствие неидеальности параметров транзисторных ключей, операционного усилителя (МС11) и интегрирующего конденсатора существует нелинейность интегратора, неодинаковая при положительной и отрицательной полярности. Для ее устранения предназначена схема компенсации нелинейности интегратора.

Принцип компенсации основан на введении в интегратор дополнительной цепи интегрирования от источника напряжения, которое пропорционально входному напряжению. Компенсация происходит во время обратного интегрирования.

Источником компенсирующего напряжения служит каскад на операционном усилителе (МС10). Каскад представляет собой инвертор с единичным усилением и делитель напряжения R44, R45, R47, R49.

Во время обратного интегрирования по команде «Управл. О» или «Управл. Р» (в зависимости от полярности измеряемого напряжения) формируется сигнал управления на формирователе-транзисторе T18 (либо T19), открывающий транзисторный ключ T16 (либо T17), и происходит дополнительное интегрирование напряжения, снимаемого с движка потенциометра R47 (либо R49) через резистор R39.

### 5.2.1.3. Источник опорного напряжения

Источник опорного напряжения включает в себя прецизионный стабилитрон с термостабилизацией режима и схемой термостабилизации, генератор тока стабилизации, буферный усилитель с делителем обратной связи, инвертор. Прецизионный стабилитрон Д1 (схема электрическая принципиальная блока вторичного электропитания, плата ПЗ) расположен в активном термостате У1, температура в котором регулируется мостовой схемой авторегулирования, построенной на микросхеме МС1 и транзисторах T2, T3. При увеличении температуры внутри термостата свыше 65°С составной транзистор T2, T3 закрывается и на проволочном моточном резисторе R1 прекращается выделение тепла от протекания через него тока. Температура регулируется потенциометром R9.

Генератор тока (см. схему «Устройство преобразования») собран на операционном усилителе (МС2) с эмиттерным повторителем (T1) на выходе. Ток стабилизации задается цепью R1, R2, ДЗ. Напряжение стабилизации со стабилитрона поступает на вход источника опорного напряжения (МС3).

Значение напряжения  $+U_{оп}$  на выходе ИОН определяется напряжением  $U_{ст}$  и коэффициентом деления делителя ООС, расположенного на плате П1. С помощью перемычек а-а' — к-к' регулируется коэффициент обратной связи делителя и, таким образом, значение опорного напряжения  $+U_{оп}$ . Оно регулируется также в небольших пределах при помощи переменного резистора R15 (см. схему электрическую принципиальную блока управления).

5.2.1.4. Преобразователь синусоидального напряжения в постоянное напряжение.

Измеряемое напряжение с входных клемм вольтметра поступает на преобразователь через контакты реле P1 и разделительный конденсатор C24, который необходим для предотвращения попадания постоянной составляющей измеряемого напряжения на вход преобразователя.

На пределах измерения 100 и 1000 В измеряемое напряжение поступает на входной частотно-компенсированный аттенюатор с ослаблением в 100 раз, собранный на резисторах R75, R76, R77, R78, R79. С помощью резистора R77 производится юстировка коэффициента передачи аттенюатора на высоких частотах, а с помощью резистора R79 — на низких частотах. Включение аттенюатора производится с помощью реле P3.

Частотно-компенсированная цепь отрицательной обратной связи преобразователя по переменному току на пределе 1 В состоит из резисторов R80, R93, R95, R99, R100, R101, R102, R104, R105, конденсаторов C25, C27, C39—C42.

Для юстировки коэффициента передачи преобразователя на пределе 1 В на низких частотах служит резистор R95; на высоких частотах плавная регулировка осуществляется с помощью резистора R100, грубая — удалением перемычек 7—7<sup>1</sup>, 8—8<sup>1</sup>. На пределе 10 В с помощью реле P4 в цепь отрицательной обратной связи включаются резисторы R97, R98, конденсаторы C50, C47, C48, C25.

Регулировка коэффициента передачи на пределе 10 В на низких частотах осуществляется с помощью резистора R97, на высоких плавная регулировка осуществляется с помощью резистора R102, грубая — удалением перемычек 9—9<sup>1</sup> и 10—10<sup>1</sup>. Конденсатор C49 служит для коррекции амплитудно-частотной характеристики преобразователя в области высоких частот.

Входной каскад усилителя преобразователя собран по балансной схеме на согласованной паре полевых транзисторов МС15. Ток стоков полевых транзисторов задается генератором тока на транзисторе T20, резисторах R81, R84, R87, конденсаторе C28.

Нагрузкой каскада являются резисторы R83, R86. Для коррекции амплитудно-частотной характеристики каскада в области низких частот служат корректирующие цепочки R82, C29 и R85, C31. Такая коррекция необходима для ускорения протекания переходных процессов в преобразователе.

Основное усиление усилителя обеспечивается операционным усилителем МС16. Резисторы R90, R91, конденсаторы С36, С34, С37 — элементы частотной коррекции усилителя МС16. Стабилитроны Д14, Д15 служат для снижения напряжения питания операционного усилителя. Конденсаторы С30, С32, С54, С55 — элементы фильтров цепи питания преобразователя.

Микросхема МС17 представляет собой сложный узел, в состав которого входят выходной каскад усилителя преобразователя, фильтр нижних частот на операционном усилителе, резисторе R94, конденсаторах С38, С43, образующий цепь отрицательной обратной связи по постоянному току, стабилизирующую работу всего усилителя, и ограничитель, предотвращающий перегрузку выходного каскада усилителя. Часть этого ограничителя (Д12, Д13) установлена на плате.

Цепочка R92, С44 служит для увеличения быстродействия преобразователя в режиме АВП.

Резистор R96 служит для развязки сигнальных цепей преобразователя от входного импеданса прибора, подключенного к контрольной точке КТ12.

Конденсаторы С45, С46 служат для предотвращения попадания постоянной составляющей с выхода усилителя на вход детектора, собранного на диодах Д17, Д18.

Сглаживание пульсаций выпрямленного напряжения на выходе преобразователя производится активным фильтром — операционные усилители (МС18, МС19), резисторы R103, R106—R108, конденсаторы С51—С53, С56.

#### 5.2.1.5. Преобразователь R

В основу схемы преобразователя R должен входить усилитель, состоящий из операционного усилителя (МС20) с парой полевых транзисторов Т25 на входе. Источник опорного напряжения, построенный на стабилитроне Д25 и резисторах R112, R121, усилитель и набор резисторов Э4 в цепи инвенторирующего входа усилителя образуют генератор тока.

При измерении сопротивлений контакты 2—4, 1—3 реле Р7 замкнуты, измеряемое сопротивление подключается к контактам 6—3 (L<sub>y</sub>) и 6—4 (H<sub>y</sub>) и находится, таким образом, в цепи обратной связи усилителя. Для прямого интегрирования используется напряжение на контактах 6—3, 6—4, т. е. падение напряжения заданного тока на измеряемом сопротивлении. Для обратного интегрирования используется напряжение U<sub>опR</sub>, т. е. падение напряжения заданного тока на одном из резисторов микропроводочного делителя Э4.

С помощью реле Р5, Р6 производится выбор пределов измерения сопротивления. Пределы 0,1; 1; 10 кΩ включаются при помощи реле Р5, при этом через контакты 1—5 подключается резистор 10 кΩ делителя Э4. Контакты 2—6 реле Р5 на этих пределах соединяют с общим сигнальным проводом клемму L<sub>x</sub>, а следовательно

но клемму  $\text{L}_y$  и инвертирующий вход усилителя преобразователя. Юстировка на пределе  $10 \text{ k}\Omega$  осуществляется резистором  $\text{R122}$ , который совместно с делителем напряжения  $\text{R119}$ ,  $\text{R120}$  и резистором  $\text{R118}$  меняет ток в измеряемом резисторе.

При замыкании контактов 1—3 реле  $\text{P5}$  включаются пределы  $1000 \text{ k}\Omega$ ,  $100 \text{ k}\Omega$  либо предел  $10000 \text{ k}\Omega$  в зависимости от положения контактов реле  $\text{P6}$ . Цепь юстировки предела  $10 \text{ k}\Omega$  шунтируется резистором  $\text{R117}$ , юстировка на пределах  $100 \text{ k}\Omega$ ,  $1000 \text{ k}\Omega$  осуществляется резистором  $\text{R114}$ , на пределе  $10000 \text{ k}\Omega$  — резистором  $\text{R115}$ . На этих пределах с помощью реле  $\text{P5}$  (замкнутые контакты 2—4) с общим сигнальным проводом соединяется инвертирующий вход усилителя преобразователя, а на клеммах  $\text{L}_x$  и  $\text{L}_y$  присутствует его напряжение смещения, которое во время периода коррекции подается через ключ  $\text{G}$  ( $\text{MC5}$ ) на вход усилителя  $\text{X}$ .

Полевые транзисторы  $\text{T23}$ ,  $\text{T24}$  в диодном включении обеспечивают защиту входа усилителя в случае, когда измеряемое сопротивление значительно больше предела измерения либо когда клеммы  $\text{H}_x$  и  $\text{H}_y$  разомкнуты, а также если вольтметр работает в других режимах измерения. Транзистор  $\text{T27}$  и диод  $\text{D30}$  служат для защиты выхода усилителя от перенапряжения, когда на клеммы  $\text{H}_y$ ,  $\text{L}_y$  в режиме измерения сопротивлений ошибочно подается напряжение до  $60 \text{ V}$  отрицательной полярности или до  $150 \text{ V}$  положительной полярности. Полевой транзистор  $\text{T28}$  в диодном включении предотвращает выход из строя ключа  $\text{G}$  ( $\text{MC7}$ ) усилителя  $\text{X}$  от протекания избыточного тока при работе вольтметра не в режиме измерения сопротивлений с подключенным кабелем. Цепь  $\text{T26}$ ,  $\text{R126}$ ,  $\text{D28}$ ,  $\text{D29}$  ограничивает выходное напряжение преобразователя сопротивления.

Следует иметь в виду, что в режиме измерения сопротивления клемма защиты 7—1 ( $\text{G}$ ) соединена с общим сигнальным проводом, поэтому электрическое соединение ее с клеммами  $\text{L}_x$  и  $\text{L}_y$  недопустимо.

При измерении отношений двух напряжений контакты 2—6, 1—5 реле  $\text{P8}$  замкнуты.

### 5.2.2. Усилитель $\text{Y}$

Схема усилителя  $\text{Y}$  аналогична схеме усилителя  $\text{X}$ . Входной сигнал через резистор  $\text{R11}$  и ключ ( $\text{T7}$ ) поступает на вход усилителя. Цепь защиты входа от избыточного напряжения собрана на транзисторах  $\text{T2}$ ,  $\text{T4}$  и  $\text{T3}$ ,  $\text{T5}$  и ограничивает входной сигнал соответственно до  $+13 \text{ V}$  и  $-13 \text{ V}$ . Работой ключа ( $\text{T7}$ ) управляет каскад на транзисторах  $\text{T1}$ ,  $\text{T6}$ , преобразующий сигнал управления «Управл.  $\text{A}_y$ », который поступает из цифровой части вольтметра.

Усилитель представляет собой микросборку  $\text{MC2 8YD1}$  (см. приложение 2). Эмиттерный повторитель на транзисторе  $\text{T10}$  с динамической нагрузкой  $\text{T9}$ ,  $\text{R28}$  в цепи эмиттера служит для увеличения нагрузочной способности усилителя. Усилитель охвачен отрицательной обратной связью по напряжению, в которую входит

делитель  $\Theta 1$  типа ДНМ-109. На пределе  $U_{пу} = 10 \text{ V}$  напряжение обратной связи снимается с выхода усилителя через ключ  $K_u$  микросхемы МСЗ, при этом коэффициент усиления усилителя равен единице. На пределе  $U_{ку} = 1 \text{ V}$  напряжение обратной связи снимается с резистора  $R_{30}$  через ключ  $L$  микросхемы МСЗ, при этом коэффициент усиления усилителя равен десяти.

Посредством ключа  $T_8$ , конденсатора  $C_5$  и ключей  $I_y$ ,  $N_y$  микросхемы МСЗ осуществляется автокоррекция дрейфа нуля усилителя, балансировка производится резистором  $R_{13}$ . Управляет работой усилителя формирователь МС1, представляющий собой микросборку, 8АП1 (см. приложение 2), который преобразует сигналы, поступающие из блока управления. В усилителе предусмотрена шина слежения за входным сигналом (МС2/10), нуль шины слежения устанавливается резистором  $R_{17}$ .

Выходной сигнал усилителя  $Y$  через контакты реле  $P_1$  поступает в устройство преобразования на вход усилителя  $X$ .

### 5.2.3. Блок «Выборка/запоминание»

АЗУ1 выполнено на микросхемах МС1 и МС4 и в режиме слежения представляет собой инвертирующий усилитель с коэффициентом передачи  $\frac{R_{11}}{R_1}$ . Второй каскад АЗУ1 представляет собой интегратор на микросхеме МС4 с интегрирующим конденсатором  $C_3$ . В режиме слежения ключи на полевых транзисторах  $T_2$  и  $T_3$  замкнуты, а ключ  $T_1$  разомкнут, напряжение на конденсаторе  $C_3$  с достаточной точностью и малым запаздыванием отслеживает напряжение на выходе усилителя. Конденсатор  $C_3$  перезаряжается выходным током буферного усилителя МС1 и микросхемы МС4. Коэффициент усиления буферного усилителя определяется делителем  $R_8, R_{12}$ . Резистор  $R_{13}$  служит для облегчения режима работы микросхемы МС4 по току при бросках напряжения на входе вольтметра.

В момент прихода команды запоминания транзистор  $T_2$  закрывается, разрывая цепь перезаряда конденсатора  $C_3$ . С этого момента перезаряд происходит только паразитными токами — входным током микросхемы МС4 и током утечки ключа  $T_2$ , которые достаточно малы. Напряжение на конденсаторе  $C_3$  «Запоминается». Паразитный дрейф напряжения запоминания АЗУ1 составляет менее  $200 \text{ mV/s}$ .

В момент прихода команды запоминания резкое изменение напряжения на затворе транзистора  $T_2$  (около  $100 \text{ V}/\mu\text{s}$ ) вызывает бросок тока через паразитную емкость затвор-сток. Этот ток меняет напряжение на запоминающем конденсаторе  $C_3$ . Компенсация этого эффекта достигается включением идентичных конденсатора  $C_4$  и ключа  $T_3$ , которые обеспечивают такое же изменение напряжения на другом входе микросхемы МС4.

В режиме запоминания контур обратной связи АЗУ1 разомкнут. Поэтому для исключения влияния изменения входного напря-

жения блока В/З на запомненное напряжение после команды запоминания на входе микросхемы МС1 включен ключ Т1, который в режиме запоминания шунтирует вход АЗУ1.

АЗУ2, аналогичное АЗУ1, выполнено на операционных усилителях МС5, МС7. Постоянная интегрирования интегратора АЗУ2 значительно больше, чем АЗУ1. За счет этого дрейф напряжения запоминания не превышает 5 мВ/с. При этом время установления напряжения на выходе АЗУ2 в режиме слежения при максимальном перепаде входного напряжения 20 В составляет 0,7—1 мс.

На операционном усилителе МС6 выполнена схема компенсации абсорбции интегрирующего конденсатора С11.

Абсорбция проявляется в изменении напряжения запоминания на конденсаторе после резких скачков напряжения на нем, которое обусловлено инерционными свойствами диэлектрика при перезаряде конденсатора. Это явление становится особенно значительным при перепаде входного напряжения от измеряемого до опорного.

Компенсация происходит следующим образом. В режиме слежения транзистор Т6 открыт. Напряжение на конденсаторе С13 и на входе усилителя МС6 пропорционально амплитуде перепада выходного напряжения АЗУ2.

При переходе в режим запоминания транзисторы Т5 и Т6 закрываются, напряжение на конденсаторе С13 «запоминается» и служит источником напряжения компенсации. Конденсатор С12 заряжается через делитель R34, R35, R36 до напряжения, пропорционального перепаду выходного, с постоянной времени, равной постоянной времени абсорбции конденсатора С11.

Изменение напряжения на конденсаторе С12 является синфазным изменению напряжения на конденсаторе С11, обусловленному абсорбцией и подается на неинвертирующий вход усилителя МС8, поэтому на его выходе действие абсорбции компенсируется.

При помощи потенциометра R40 устанавливается уровень компенсации абсорбции. Потенциометр R32 служит для установки нуля усилителя МС6, что необходимо для сходимости компенсации абсорбции при измерении положительного и отрицательного напряжений.

По сигналу «Вкл. В/З» формирователь МС2 вырабатывает сигнал «Фильтр ВЧ», который управляет ключом, разрывающим цепь фильтра ВЧ на входе усилителя X.

Коррекция нуля входного усилителя в режиме «Выборка-запоминание» происходит с помощью схемы компенсации дрейфа, выполненной на операционном усилителе МС3, представляющем собой инвертирующий усилитель, и сумматоре МС8.

При помощи резистора R17 коэффициент передачи схемы компенсации дрейфа уравнивается с коэффициентом передачи тракта АЗУ1 и АЗУ2, что необходимо для более полной компенсации дрейфа входного усилителя.

При помощи делителя R2, R3, R7, R10, R15, R16, R18 и пере-



мычек при настройке компенсируется собственное суммарное смещение нуля блока В/З.

Цель защиты Д10—Д13, R44 предохраняет сумматор МС8 от перегрузки по выходу. Конденсаторы С5, С6, С16, С17 предназначены для фильтрации цепей питания блока по высокой частоте.

#### 5.2.4. Блок управления

Блок управления осуществляет управление работой вольтметра во всех режимах и при всех родах работы. Блок управления включает в себя все функциональные узлы, изображенные на рис. 12, кроме блока индикации, блока сопряжения и блока передней панели.

В настоящем разделе описывается электрическая схема отдельных функциональных узлов, взаимодействие которых рассмотрено в п. 5.1.3.

Генератор предназначен для формирования прямоугольных импульсов с фиксированными частотами следования 3,33 МГц; 1,67 МГц; 20,8 кГц.

Генератор выполнен на инверторах МС29-1—МС29-3, резисторах R16—R18, R22, делителях частоты МС32, МС35 и схеме 2И-НЕ МС30-1. Делители частоты предназначены для деления частоты 3,33 МГц до 1,67 МГц и до 20,8 кГц. Схема 2И-НЕ обеспечивает блокировку сигналом со схемы привязки прохождения импульсов с генератора на счетчик данных и на схему синхронизации.

Счетчик данных представляет собой шестидекадный счетчик, работающий в коде 1—2—4—8. Счетчик данных выполнен на шести двоично-десятичных счетчиках МС36, МС40, МС45, МС48, МС51, МС53. На входе счетчика данных установлен триггер МС31-1, производящий деление частоты входных импульсов до 1,67 МГц. На S-вход этого триггера поступает сигнал «Перенос», запрещающий счет импульсов счетчиком данных в течение времени записи информации в регистр памяти. На R-вход триггера и R1-входы двоично-десятичных счетчиков подается сигнал «Сброс СД» с дешифратора управляющих сигналов (см. рис. 14) устройства микропрограммного управления. Этим сигналом счетчик данных устанавливается в исходное состояние.

Схема формирования переноса служит для формирования в необходимый момент времени ( $t_{10}$ , рис. 30) сигнала «Перенос», который служит для записи кодированной числовой информации со счетчика данных в регистр памяти. Схема формирования переноса состоит из Д-триггера МС24-1; схемы И-ИЛИ-НЕ и инверторов МС25-3; МС25-4, МС28-3, МС28-4 и триггера МС21-2. Сигнал «Перенос» формируется следующим образом: когда начался подтакт обратного интегрирования, с ПЗУ поступает управляющий сигнал «Разрешение переноса», фронтом сигнала «Синхр. 3» (см. рис. 14), триггер МС24-1 устанавливается в «1» и дает на схему МС26 разрешение прохождения сигнала «0» детектора «или сигнала СВИ32». Микросхемы МС25-3, МС25-4, МС28-3, МС28-4 фор-

мируют сигналы «Перенос» и «Сброс СС». Сигнал «Сброс СС» устанавливает в исходное состояние схему развертки.

Регистр памяти служит для хранения числового кода результата измерения. Регистр памяти выполнен на 8 четырехразрядных универсальных сдвиговых регистрах МС37, МС38, МС43, МС44, МС46, МС47, МС49, МС50. Все регистры попарно объединены и образуют 4 шестизрядных регистра. На входы А, В, С, Д регистров поступает информация со счетчика данных и сигналом «Перенос» записывается в регистры. На микросхеме МС33-1, конденсаторе С8 и резисторе R20 формируется задержанный сигнал записи в регистры. Вывод информации с регистра памяти осуществляется последовательно-параллельно, т. е. последовательно по 4 бита.

Счетчик временных интервалов служит для получения фиксированных временных интервалов в соответствии с табл. 19. Со счетчика данных на счетчик временных интервалов поступает каждый 10000 и 100000-й импульс. В зависимости от сигналов «Выборка 10Т», «Выборка 100Т» логическая схема, выполненная на микросхеме МС52, выбирает один из этих сигналов для дальнейшего счета. Сам счетчик временных интервалов представляет собой делитель, выполненный на триггере МС31-2 и четырехразрядном двоичном счетчике МС54.

Схема синхронизации служит для формирования импульсов синхронизации «Синхр. 1», «Синхр. 1», «Синхр. 2», «Синхр. 2», «Синхр. 3», «Синхр. 4». Временная диаграмма этих импульсов приведена на рис. 13. Схема синхронизации состоит из четырехразрядного двоичного делителя МС34, триггеров МС41 и дополнительной логики МС30-2...МС30-4.

Генератор развертки предназначен для формирования частоты сканирования индикации. Генератор развертки выполнен на инверторах МС29-4, МС29-5, МС29-6, резисторе R21, конденсаторе С10 и триггере МС39, выполняющем роль делителя частоты. Генератор формирует прямоугольные импульсы с частотой около 6 кГц.

Схема развертки служит для управления блоком индикации в динамическом режиме, а также для определения в блоке сопряжения разряда, поступившего с блока управления.

Схема развертки выполнена на счетчике-делителе на 12 МС42 и формирует сигналы: «Скан. А», «Скан. В», «Скан. С».

Схема выбора предела служит для определения предела, на котором необходимо производить измерение. Код пределов измерений приведен в табл. 29.

Схема выбора предела состоит из реверсивного счетчика МС11 и сумматора МС76. С дешифратора управляющих сигналов МС4 поступают на реверсивный счетчик сигналы: «Прямой счет», «Обратный счет» и «Загрузка». Сигнал «Загрузка» поступает, если не включен режим автоматического выбора пределов измерений, и устанавливает на реверсивном счетчике код, поступивший с блока сопряжения или с передней панели на входы Д1, Д2, Д4. Если

включен режим АВП, устройство микропрограммного управления перед началом измерения определяет соответствие установленного предела измерений выбранному роду работы и, при необходимости, производит сдвиг «вверх» или «вниз» реверсивного счетчика сигналами «Прямой счет» или «Обратный счет» соответственно. После окончания измерения при включенном АВП устройство микропрограммного управления, при необходимости, также производит сдвиг реверсивного счетчика. При измерении отношения двух напряжений сумматор МС76 производит вычитание кода предела измерения  $U_y$  из кода, поступившего с реверсивного счетчика МС11.

Схема определения полярности служит для определения полярности входного сигнала и для определения полярности отношения двух напряжений в момент времени  $t_8$  (см. рис. 30).

Схема определения полярности выполнена на инверторах МС20-2, МС28-1, МС28-2, триггерах МС24-2, МС97-1, компараторе МС89, схеме «Исключающее ИЛИ» МС95-2, МС95-3.

Таблица 29

Предел	Код предела			
	предел С	предел В	предел А	АВП
0,1	1	1	0	0
1	1	0	1	0
10	1	0	0	0
100	0	1	1	0
1000	0	1	0	0
10000	0	0	1	0
АВП	0	1	0	1

На Д-вход триггера МС24-2 через инвертор МС20-2 поступает сигнал «0» детектора с аналоговой части, полярность которого зависит от полярности входного сигнала. В момент времени  $t_8$  на вход С этого триггера поступает сигнал «Синхр. полярн.», который производит запись информации о полярности в триггер. При измерении отношения двух напряжений сигнал «ВЫХ. У» с усилителя У (см. схему электрическую принципиальную усилителя У) поступает на компаратор МС89. С компаратора информация о полярности напряжения  $U_y$  поступает на триггер МС97-1 и фронтом сигнала «Бит. А» записывается в этот триггер. Схема «Исключающее ИЛИ» МС95-2 определяет полярность сигнала для обратного интегрирования в зависимости от полярности входных сигналов  $U_x$  и  $U_y$ . Микросхема МС95-3 производит инвертирование полярности при включенном режиме «Выборка/запоминание».

Схема определения перегрузки предназначена для определения числового значения результата измерения, превышающего 120000.

Схема определения перегрузки выполнена на триггере МС27-1 и работает следующим образом: после получения сигнала «0» де-

## Временная диаграмма работы блока управления

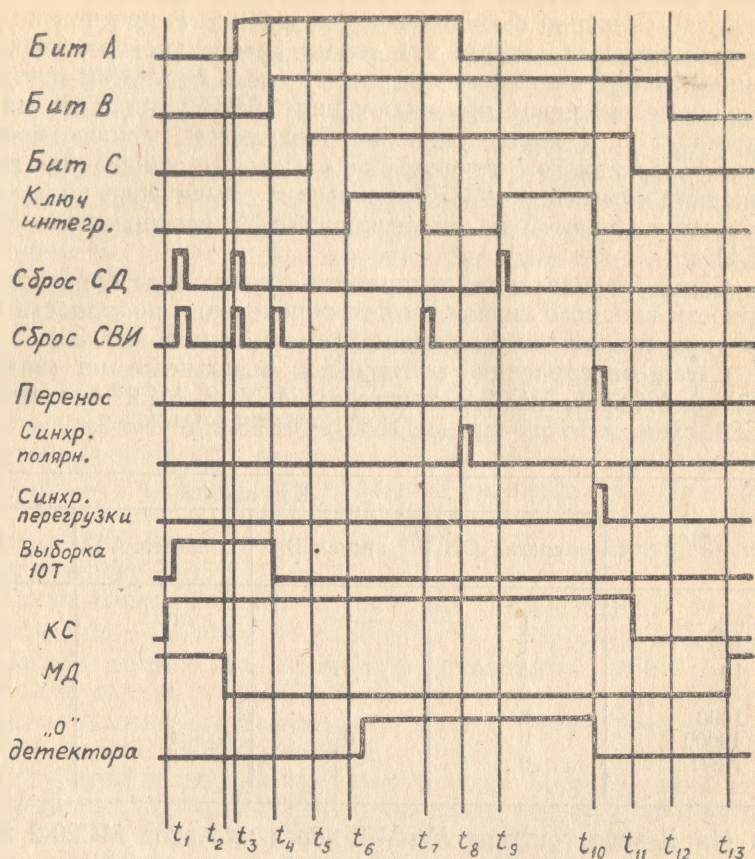


Рис. 30

тктора» с аналоговой части ( $t_{10}$ , см. рис. 30), устройство микропрограммного управления формирует сигнал «Синхр. перегрузки», который записывает в триггер МС27-1 сигнал «СВИ32». Информацией о перегрузке является наличие в этот момент «1» СВИ32».

Логика управления ключами предназначена для управления ключами и реле аналоговой части в процессе измерения. Логика управления ключами состоит из двух ПЗУ МС59, МС60, логических микросхем МС57, МС58, МС61—МС63, МС55-2, МС55-3, МС78-1 для формирования сигналов управления ключами и микросхем МС65—МС69, формирующих сигналы управления реле. На логику управления ключами поступает информация о роде работы (функция А, функция В), пределе измерения (предел А, предел В, предел С), полярности и код подтактов Бит. А, Бит. В, Бит. С

(см. рис. 30). Временная диаграмма сигналов управления ключами аналоговой части приведена на рис. 6.

Логика управления  $У$  служит для управления ключами и реле усилителя  $У$ .

Логика управления  $У$  состоит из:

схемы «Исключающее ИЛИ» МС95-1 и инвертора МС82-6, служащих для включения режима измерения отношения двух напряжений;

схемы «Исключающее ИЛИ» МС75-2 и инвертора МС74-4, служащих для определения предела измерения  $U_y$ ;

логических схем МС79-2, МС79-3, МС77, МС75-3, служащих для управления усилителем  $У$ ;

микросхемы МС80-1, управляющей реле  $У$ .

Схема начальной установки служит для получения отрицательного импульса «Нач. устан.» длительностью 10 мс для того, чтобы устройство микропрограммного управления, блок сопряжения и логика В/З установились в исходное состояние. Схема начальной установки выполнена на транзисторной сборке МС5, диодах Д1, Д2, резисторах R1—R5 и конденсаторе С1.

Схема управления индикацией служит для управления запятыми, знаками и символами, находящимися в блоке индикации Тг5.043.003. Схема управления индикацией состоит из:

схемы управления запятыми в динамическом режиме, выполненной на микросхемах МС71, МС73, МС70-1;

схемы управления знаками и символами МС56-3—56-6, МС64-2, МС70-4.

Схема задержки запуска выполнена на логических элементах МС1-1, МС1-2 и двоичном счетчике МС2, служащем для кодирования задержки запуска.

Схема привязки выполнена на транзисторах Т1, Т2, резисторах R6—R10, микросхемах МС19, МС20-1, МС21, МС23 и обеспечивает синхронизацию начала измерения с частотой питающей сети.

Мультиплексор (см. рис. 14) служит для ввода информации в устройство микропрограммного управления.

Мультиплексор выполнен на трех восьмивходовых селекторах — мультиплексорах МС7, МС8, МС12 и одном четырехходовом селекторе — мультиплексоре МС13. Информация, выбранная мультиплексором, записывается фронтом сигнала «Синхр. 3» в информационный триггер МС14-1 и поступает на вход ПЗУ.

ПЗУ является основным узлом устройства микропрограммного управления. Записанная в него программа определяет работу всего вольтметра.

ПЗУ выполнено на микросхеме МС15 с организацией  $512 \times 8$  бит. Переменное устройство микропрограммного управления имеет 256 состояний. Для осуществления параллельного выхода информации с ПЗУ необходимо 16 выходов. Так как примененное ПЗУ имеет 8 выходов, информация с него выводится параллельно-последовательно по 8 битов с разделением во времени. Тактирование

осуществляется с периодом 9,6 мкс. Каждый такт разбит на 2 подтакта, которые задаются сигналом «Синхр. 4». Выходная информация ПЗУ первого подтакта будет содержать 8 бит информации и используется как управляющие сигналы. Во втором подтакте на этих же выходах будет также 8 бит информации, которая используется как код следующего состояния и для формирования сигнала «Ключ интегр.». Благодаря разделению во времени получается в каждом состоянии (такте) 16 бит информации (16 мнимых выходов). Семь этих выходов А...Г поступают на память нынешнего состояния и «называют» код следующего состояния. Восьмой выход И записывается на триггер МС27-2, а с триггера поступает на управление ключом интегратора. Пять следующих выходов А...Е используются для выбора входа мультиплексора и для выбора выхода дешифратора управляющих сигналов МС4. Четырнадцатый выход разрешает появление сигнала на выходе дешифратора управляющих сигналов МС4 при «0» F. Пятнадцатый выход G подает информационный сигнал на Д-входы триггеров памяти управляющих сигналов. Шестнадцатый выход H является сигналом разрешения переноса для схемы формирования переноса (см. рис. 12).

Код следующего состояния определяется кодом нынешнего состояния, поступающим с памяти нынешнего состояния, и информационным входом ПЗУ. Код управляющих сигналов зависит только от кода нынешнего состояния.

Память нынешнего состояния выполнена на Д-триггерах МС9, МС16, МС22, МС14-2. На Д-входы поступает информация с ПЗУ. На входы синхронизации триггеров поступает сигнал «Синхр. 2», который записывает в триггеры код следующего состояния.

Дешифратор управляющих сигналов (см. рис. 14) выполнен на микросхеме МС4—дешифраторе—демультиплексоре 4 на 16. На информационные входы поступают сигналы «А», «В», «С», «Д» с ПЗУ, на один из стробирующих входов поступает сигнал «F» с ПЗУ, на второй — сигнал «Синхр. 3».

При «0» F и «0» Синхр. 3 на выбранном выходе появится «0», на всех остальных выходах сохранится «1», при любой другой комбинации сигналов «F» и «Синхр. 3» на всех выходах сохраняется «1».

Память управляющих сигналов выполнена на Д-триггерах МС3, МС10, МС17. На входы синхронизации с этих триггеров поступают сигналы с дешифратора управляющих сигналов. Д-входы этих триггеров объединены и на них поступает сигнал «G» с ПЗУ, этот сигнал несет информацию, которую необходимо записать в выбранный триггер. Когда на одном из выходов МС4 появится фронт импульса, он запишет информацию с Д-входов в соответствующий триггер памяти управляющих сигналов. Триггеры памяти управляющих сигналов имеют следующее назначение:

триггеры МС3-1, МС3-2, МС10-1 служат для кодирования подтактов («Бит А», «Бит В», «Бит С»), временная диаграмма работы этих триггеров приведена на рис. 30;

триггер МС10-2 служит для формирования сигнала «Конец считывания» (КС). На выходе этого триггера сохраняется «1» до тех пор, пока не пройдет сигнал «0» детектора» ( $t_{11}$ , см. рис. 30). При автоматическом выборе пределов измерений сохраняется «1» КС до тех пор, пока не пройдет сигнал «0» детектора» на правильно выбранном пределе измерений. После установки «0» КС в этом состоянии триггер остается до окончания такта измерений. Переход от «1» к «0» является информацией для блока сопряжения о готовности данных.

Триггер МС17-1 служит для формирования сигнала «Метка данных» (МД). На выходе этого триггера устанавливается «0» в начале измерения ( $t_{12}$ , см. рис. 30) и сохраняется до окончания измерения ( $t_{13}$ , см. рис. 30) на правильно выбранном пределе измерения.

Триггер МС17-2 служит для выбора коэффициента деления на 10000 или 100000 со счетчика данных на счетчик временных интервалов.

#### 5.2.5. Блок индикации

Блок индикации предназначен для визуальной индикации результатов измерений.

Индикация результатов измерений осуществляется индикаторами на СИД. Цифровая индикация выполнена на 7-сегментных индикаторах У1, У3, У5, У6, У8, У10. Управление этими индикаторами осуществляется микросборкой 8ИД1 «Дешифратор» (см. приложение 2).

Для индикации знаков и символов используются отдельные сегменты индикаторов У2, У4, У7, У9.

#### 5.2.6. Логика выборки/запоминания (см. схему блока управления)

Для выбора сигналов управления логикой В/З, поступающих из блока управления и блока сопряжения, предназначен мультиплексор управляющих сигналов, выполненный на микросхемах МС85, МС86 и инверторах МС82-4, МС82-5. В зависимости от состояния сигналов на адресных входах 8, 9, 10 мультиплексор выбирает сигнал управления, поступающий на один из информационных входов микросхем МС85, МС86.

Выбранный сигнал управления с выходов 10, 12 микросхемы МС82 поступает на регистр памяти информационных сигналов МС90, на вход синхронизации которого подается импульс «Синхр. 1» (см. рис. 13), фронтом этого импульса производится запись информационных сигналов в регистр памяти. С выходов 5, 9 микросхемы МС90 сигналы управления подаются на входы ПЗУ МС92, МС93.

ПЗУ является основным узлом схемы логики В/З. На входы микросхем МС92, МС93 с выхода регистра памяти данного состояния (микросхемы МС99, МС104, МС97-2) поступают сигналы А1', В1', С1', Д1', Е1', которые определяют адрес следующего состояния и состояние управляющих сигналов.

При логическом «0» импульса «Синхр. 1» определяется состояние сигналов А1', В1', С1', Д1', Е1', «Устан.», «Разреш.», «Задержка А», а при логической «1» импульса «Синхр. 1» — состояние сигналов «Задержка В», «Удерж.», «Бит. А», «Бит. В», «Бит. С», «АЗУ2», «Вкл. В/З» на выходе триггеров МС99, МС104, МС97-2 регистра памяти данного состояния и на входы микросхем МС100, МС101, МС102 регистра памяти управляющих сигналов. Запись в регистр памяти данного состояния и в регистр памяти управляющих сигналов производится импульсом «Синхр. 1» (см. рис. 13). Сигнал «Нач. устан.» производит установку регистра памяти данного состояния в исходное состояние при включении вольтметра в сеть.

На микросхемах МС81-4; МС83-1, МС83-3, МС87-1, МС87-2 собрана схема запуска логики В/З. На микросхеме МС83-2 выполнен расширитель импульсов, который расширяет длительность импульса «Запуск В/З» в три раза.

На микросхеме МС84 собрана схема синхронизации начала работы делителя  $2^{14}$  (микросхемы МС88, МС91, МС94, МС96) с началом работы вольтметра в режиме измерения «Выборка/запоминание». Логический «0» сигнала «Устан.» с выхода регистра памяти управляющих сигналов устанавливает делитель  $2^{14}$  и схему синхронизации в исходное состояние. Делитель  $2^{14}$  служит для получения временных задержек 614  $\mu$ s; 1200  $\mu$ s, 2,4 ms, которые подаются на информационные входы мультиплексора задержки, выполненного на микросхеме МС98. Значения задержки зависят от предела измерений в соответствии с табл. 30. Командами «Задержка А», «Задержка В» производится адресация мультиплексора задержки, с выхода 10 которого сигнал «АЗУ1» поступает в аналоговую часть блока В/З.

Логический «0» сигнала «Гашение» производит гашение младшего разряда блока индикации при включении режима работы вольтметра «Выборка/запоминание».

#### 5.2.7. Блок сопряжения внешний 1

Входной буферный каскад линий данных и входной буферный каскад контрольных линий предназначены для развязки ККП с элементами схемы блока сопряжения внешнего 1. Входной буферный каскад линий данных и входной буферный каскад контрольных линий выполнены на инверторах МС46, МС47, МС37-6, МС37-5.

Выходной буферный каскад линий данных и выходной буферный каскад контрольных линий предназначены для управления состояниями линий ККП и являются схемами с открытыми коллекторами. Выходной буферный каскад линий данных и выходной буферный каскад контрольных линий выполнены на схемах И-НЕ МС48—МС53, формирователях МС54, МС55, транзисторе Т2 и резисторах R65—R68.

Входной мультиплексор предназначен для организации последовательности передачи данных через схему защиты на блок со-



пряжения внутренних 1. Входной мультиплексор выполнен на микросхемах МС39, МС40, МС42, МС43.

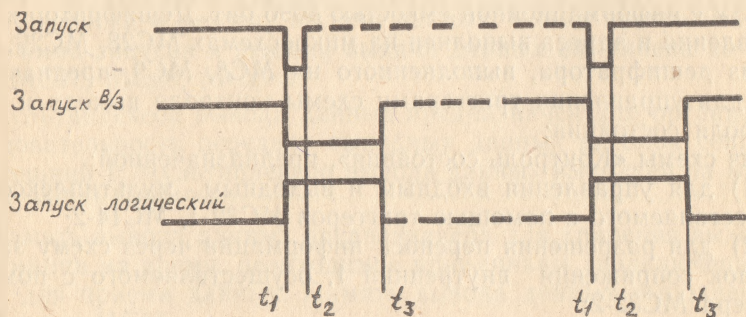
Выходной мультиплексор предназначен для вывода последовательности выходных данных (через выходной буферный каскад линий данных) в ККП. Выходной мультиплексор выполнен на микросхемах МС33, МС34. Сигнал А', Сигнал В', Сигнал С', Сигнал Д' поступают на выходной мультиплексор от блока сопряжения внутреннего 1 (через схему защиты), а А', В', С', Д' поступают от УМУ2.

Схема контроля выхода, состоящая из микросхем МС16, МС17, МС26, МС27, МС19-3, МС15-2, МС12-1; МС31-1, МС41-5, МС41-4, управляется УМУ2.

С помощью триггеров МС15-2, МС16, МС31-1, инвертора МС19-3 и схем И-ИЛИ-НЕ МС26, МС27 осуществляется синхронизация обмена информацией между вольтметром и ККП.

С помощью триггера МС12-1 и инвертора МС41-4 УМУ2, в соответствии с алгоритмом работы (см. рис. 24), производит включение сигнала «Разрешение внешнего запуска».

### Формирование сигналов «Запуск В/З» и «Запуск логический»



$$t_1 - t_2 \geq 200 \text{ ns}$$

$$t_1 - t_3 = (400 - 500) \mu\text{s}$$

Рис. 31

С помощью триггера МС17 УМУ2 производит включение сигнала «ЗО».

Используя инвертор МС41-5, производит управление состоянием линии «Конец передачи» (КП).

Схема запуска предназначена для формирования сигналов «Запуск В/З» и «Запуск логический» при поступлении из ККП сигнала «Запуск», как показано на рис. 31. Формирование сигналов «Запуск В/З» и «Запуск логический» от положительного перепада сигнала «Запуск» осуществляется аналогично.

Схема запуска выполнена на схемах И-НЕ МС45, МС43, НЕ МС 1-5, МС1-6, транзисторе Т1, конденсаторе С12 и резисторах R47—R49, R56, R59—R63.

Резисторы R36—R38, R41, R42 являются нагрузочными элементами, которые через контакты 7-1—7-5 подключаются к колодке адреса, расположенной на задней панели вольтметра.

Резисторы R45, R46, R50—R55 являются нагрузкой для линий ККП (ЛД7, ДУ, ОК, Уп).

УМУ2 состоит:

из входного мультиплексора, с помощью которого осуществляется выбор одного из входных сигналов в соответствии с алгоритмом работы (см. рис. 24). Мультиплексор выполнен на четырех селекторах-мультиплексорах МС4-МС7, схемах И-ИЛИ-НЕ МС10-1, МС10-2 и на трех схемах И-НЕ, МС3-2, МС3-3, МС3-4;

из управляющего ПЗУ емкостью 4096 бит. Восемь входов ПЗУ (каждой микросхемы) используются для ввода кода нынешнего состояния. На один вход поступает информационный сигнал с входного мультиплексора для определения следующего состояния. Управляющее ПЗУ выполнено на микросхеме МС18;

из памяти нынешнего состояния, предназначенной для хранения кода нынешнего состояния. Память нынешнего состояния выполнена на триггерах МС20—МС23 и инверторах МС24, МС25-1, МС25-2;

из дешифратора команд управления и адреса, выполненного на ПЗУ с информационной емкостью 4096 бит. Дешифратор команд управления и адреса выполнен на микросхемах МС28, МС29;

из дешифратора, выполненного на МС8, МС9, предназначенного для управления триггерами схемы контроля выхода и схемы контроля состояния;

из схемы «Контроль состояния», предназначенной:

1) для управления входным и выходным мультиплексорами, осуществляемого с помощью триггеров МС32-1, МС14-2;

2) для разрешения переноса информации через схему защиты на блок сопряжения внутренний 1, осуществляемого с помощью триггера МС32-2;

3) для разрешения выдачи информации в ККП, осуществляемого с помощью триггера МС31-2, инверторов МС37-3, МС37-4 и схемы И-ИЛИ-НЕ МС38-2;

4) для контроля адресации вольтметра, осуществляемого с помощью триггеров МС13-2, МС11-1, МС14-1, инверторов МС37-1, МС37-2 и схемы И-ИЛИ-НЕ МС38-1;

5) для установки вольтметра на дистанционное управление (ДУ), осуществляемой с помощью триггера МС12-2 и схем И-НЕ—МС19-1, МС19-2;

6) из генератора импульсов, предназначенного для синхронизации работы УМУ2. Генератор импульсов выполнен на инверторах МС1-1, МС1-2, МС1-3, резисторах R1—R4 и конденсаторе С1;

из схемы начальной установки, предназначенной для сброса триггеров памяти нынешнего состояния и триггеров схем контроля выхода и контроля состояния при включении вольтметра или при наличии на линии ОК (ККП) низкого уровня. Схема начальной ус-

тановки выполнена на транзисторной сборке МС44, инверторе МС41-1, резисторах R34, R35, R39, R40, R43, R44, конденсаторах С10, С11, диодах Д8—Д10.

#### 5.2.8. Блок сопряжения внутренний 1

Схема выбора предела и функции предназначена для передачи на блок управления вольтметра кода предела и кода функции, поступающего с органов управления, расположенных на передней панели, или кода, поступающего с ККП. Схема выбора предела и функций выполнена на двух схемах переключателей МС37, МС38 и двух схемах накопительных элементов МС39, МС40.

Схема программирования режима В/З и режима отношения предназначена для передачи на блок управления кода режима В/З и режима отношения при программировании вольтметра через ККП. Схема программирования режима В/З и режима отношения выполнена на триггерах МС29-2, МС34, МС35-1.

Схема контроля состояния ДУ предназначена для передачи на блок управления информации о том, что вольтметр находится на дистанционном управлении. Схема контроля состояния ДУ выполнена на триггере МС35-2.

Схема программирования режима выдачи информации и режима запуска предназначена для хранения программных данных по режиму запуска и режиму выдачи данных. Схема программирования режима запуска и режима выдачи данных выполнена на триггерах МС27, МС28, МС29-1.

Мультиплексор вывода данных предназначен для организации последовательности передачи выходных данных на блок сопряжения внешний 1. Мультиплексор вывода данных выполнен на микросхемах МС11, МС12.

Память вывода данных предназначена для хранения выходной информации на время, необходимое приемникам (подключенным к ККП) для приема данных. Память вывода данных выполнена на микросхеме МС13.

Схема защиты обеспечивает возможность блоку сопряжения внешнему 1 и блоку сопряжения внутреннему 1 работать с различными заземлениями. Схема защиты выполнена на импульсных трансформаторах Тр1—Тр24, транзисторных сборках МС16, МС17, МС20—МС22, инверторах МС18, МС19, МС23, МС24, резисторах R16—R52 и конденсаторах С4—С13, С15—С26.

#### УМУ1 состоит:

из входного мультиплексора, с помощью которого осуществляется выбор одного из входных сигналов в соответствии с алгоритмом работы (см. рис. 23). Мультиплексор выполнен на двух селекторах-мультиплексорах МС25, МС26, схеме И-ИЛИ-НЕ МС33;

из управляющего ПЗУ информационной емкостью 4096 бит, семь входов которого (каждой микросхемы) используются для ввода кода нынешнего состояния, а на один вход поступает квалификационный сигнал с входного мультиплексора для определения

следующего состояния. Управляющее ПЗУ выполнено на двух микросхемах МС4, МС5;

из памяти нынешнего состояния, предназначенной для хранения кода нынешнего состояния. Память нынешнего состояния выполнена на триггерах МС6—МС9;

из дешифратора управляющих команд, предназначенного для записи кода поступающей программы (от ККП) в схему выбора предела и функции, в схему программирования режима выдачи информации и режима запуска или в схему программирования режима В/З и режима отношения. Дешифратор управляющих команд выполнен на микросхемах МС10, МС3-4, МС30-2, МС31, МС32, МС36;

из схемы формирования сигналов синхронизации, выполненной на триггере МС2-2 и инверторах МС3-1, МС3-2, МС1-3.

Принцип работы УМУ1 и УМУ2 блока сопряжения 1 аналогичен принципу работы УМУ блока управления.

#### 5.2.9. Блок сопряжения 2

1) Электрическая принципиальная схема внутренней части блока ВД изображена на схеме «Блок сопряжения внутренний 2», лист 1.

Схема мультиплексоров вывода данных выполнена на микросхемах МС4, МС5, МС7. Микросхемы МС4, МС7 — это сдвоенные мультиплексоры «4 в 1», с помощью которых происходит преобразование параллельного кода с цифровой части вольтметра в параллельно-последовательный код и дальнейшая его передача в определенной последовательности через схему защиты. Микросхемы МС5-1—МС5-4 выполняют роль буферных каскадов между выходами мультиплексоров и входами импульсных трансформаторов.

Схема управления мультиплексорами выполнена на микросхемах МС10-1, МС10-2, МС12-1, МС18-2, формирует адресные сигналы «Управление А», «Управление В», которые поступают на адресные входы А и В мультиплексоров МС4, МС7. Сигналы «Управление А», «Управление В» получаются путем элементарных логических преобразований при поступлении на схему управления мультиплексорами сигналов «Разрешение вывода», «Скан. А», «Скан. А», «Скан. С».

Схема управления выводом данных выполнена на микросхемах МС10-3, МС10-4, МС11, МС12-2—МС18-1, резисторах R16—R21, конденсаторах С10, С11.

Сигнал «Синхр. 2» получается путем дифференцирования с помощью цепочки R17, R19, R20, С11 и дальнейшего формирования на микросхемах МС14-3, МС16-2.

С цифровой части вольтметра на вход схемы управления выводом данных поступают сигналы «Скан. А», «Скан. С», «Скан. В», «КС».

С приходом отрицательного перепада сигнала «КС» на выходе микросхемы МС15-2 формируется одиночный импульс «Разрешение вывода», равный по длительности четырем сигналам «Скан. А».

Схема защиты выполнена на микросхемах МС2-1, МС3, МС6, МС8, МС1, МС19-1, МС20-1, резисторах R1—R14, трансформаторах Тр1—Тр14, конденсаторах С1—С7. Работу схемы защиты рассмотрим на примере работы одного канала при передаче сигнала «МД» с вывода 1—39 на вывод 2—11.

При поступлении логического «0» на вывод 5 микросхемы МС19 запрещается поступление меандра частотой 1,6 МГц через МС19-1, МС20-1, С2, Тр3, Тр4 на базы транзисторов микросхемы МС2-1. Транзисторы закрываются и на контакте 2—11 устанавливается логический «0». При передаче логической «1» транзисторы микросхемы МС2-2 открываются и на контакте 2—11 присутствует логическая «1».

Конденсаторы С8, С9 — фильтры в цепи питания. Резистор R15—ограничительный резистор для подключения свободных входов микросхем к цепи питания.

2) Электрическая принципиальная схема внешней части блока ВД изображена на схеме «Блок сопряжения внешний 2».

Схема выходных регистров выполнена на микросхемах МС1-1, МС2—МС9. Микросхема МС1-1—буферный каскад между выходом схемы защиты и синхровходом микросхем МС2—МС9, каждая из которых является четырехразрядным универсальным сдвиговым регистром. Микросхемы МС2 и МС3, МС4 и МС5, МС6 и МС7, МС8 и МС9 включены последовательно и образуют четыре восьмиразрядных регистра сдвига. На вход ПВ каждого восьмиразрядного регистра по шинам «Код регистра» последовательно поступает 8 битов информации. На вход С1 каждого четырехразрядного регистра поступает 8 импульсов сдвига. В результате на выходах А, В, С, Д микросхем МС2—МС9 имеется информация об измеренной величине в параллельном коде. Информация о мантиссе и пределе измерения поступает непосредственно на разъем РЕГИСТ. УСТРОЙСТВО, а информация о знаке мантиссы и функции измерения на вход схемы преобразователя кода функции и знака.

Схема преобразователя кода функции и знака выполнена на микросхемах МС1-3, МС1-6, МС10-1, МС10-3, МС10-4, МС10-5, МС11—МС13, МС14-1, МС15, МС16-1—МС16-3. На вход схемы с выхода 13 МС2, выхода 13 МС4 поступает код функции согласно табл. 23, а с выхода 11 МС4, выхода 12 МС11 и выхода 11 МС6 — код полярности, неполярной величины и перегрузки (см. табл. 22). На выходе схемы преобразователя кода функции и знака получается трехбитовый код функции и трехбитовый код знака согласно табл. 24.

Схема удержания выполнена на микросхемах МС14-1, МС16-4 и резисторах R1, R2. Через схему защиты на цифровую часть поступает сигнал «Удержание ДУ» (логический «0»), если хотя бы на одной из шин «Удержание печати» или «Удержание внешн.» присутствует логический «0».

3) Электрическая принципиальная схема внутренней части

блока ДУ изображена на схеме «Блок сопряжения внутренний 2», лист 2.

Схема защиты блока ДУ выполнена на микросхемах МС2-2, МС9-4, МС21, МС23, МС25-4, МС34-1, МС34-2, резисторах R22—R34, трансформаторах Тр15—Тр26, конденсаторах С12—С16. Работа каждого канала схемы защиты аналогична работе канала «МД», описанного выше.

Схема управления записью новой программы выполнена на микросхемах МС16-3, МС16-4, МС19-2—МС19-4, МС20-2—МС20-5, МС22, МС25-1, МС28-1, МС29. На вход схемы с цифровой части вольтметра поступают сигналы «Скан. А», «Скан. С», с внутренней части блока ВД—сигналы «Синхр. 2'», «Скан. 1», а с разъема ДУ—сигнал «Ввод программы» (см. рис. 28). С приходом высокого уровня сигнала «Ввод программы» на выходе схемы управления записью новой программы формируется одиночный импульс «МП», равный по длительности двум периодам сигнала «Скан. А». Импульсы записи 1» получаются путем совпадения на схеме И-НЕ (МС25-1) сигналов «МП» и «Скан. 1». Импульсы «Запись ДУ» получаются путем совпадения на схеме И-НЕ (МС19-4) сигнала с вывода 8 микросхемы МС26-2 и сигнала «Синхр. 2'». Импульсы «Счит. программы» получаются путем совпадения на схеме И-НЕ (МС24-4) сигналов «МП» и «Скан. А».

Схема регистров записи новой программы выполнена на микросхемах МС30, МС31. Схема осуществляет преобразование параллельно-последовательного кода информации, поступающего со схемы защиты, в параллельный с помощью двух регистров сдвига. На вход ПВ каждого регистра со схемы защиты поступает 4 бита информации. После прихода каждого бита информации через время  $\tau$  на синхровход С1 поступает «Импульс записи 1», с помощью которого осуществляется запись и сдвиг бита информации на один разряд.

Схема переключения режима работы выполнена на микросхемах МС24-1, МС24-3, МС27, МС28-2, МС28-3, МС32, МС33. Когда по шине «Код предела» на вход 2 микросхемы МС24-1 приходит высокий уровень сигнала «ДУ», а на вход 3 высокий уровень сигнала «МП», то на J-входе триггера МС27 устанавливается высокий уровень, а на K-входе — низкий уровень. С приходом первого импульса «Запись ДУ» на выходе 6 микросхемы МС28-3 устанавливается высокий уровень, а на выходе 4 микросхемы МС28-2 — низкий уровень. Схема переключения режима работы подключает выходы схемы регистров записи новой программы ко входам схемы регистров хранения новой программы. Одновременно низкий уровень сигнала «ДУ» через вывод 1—28 поступает на цифровую часть вольтметра. Когда сигнал «ДУ» отсутствует (по шине «Код предела» на вход 2 микросхемы МС24-1 поступает низкий уровень), схема переключения режима работы подключает входы РХП на управление от передней панели вольтметра.

Схема регистров хранения новой программы выполнена на микросхемах МС35, МС36. «Импульсы записи 2» поступают на синхровходы регистров хранения новой программы и код программы с выхода схемы переключения режима работы переписывается в схему регистров хранения новой программы, с выхода которой код программы поступает в цифровую часть вольтметра.

4) Схема электрическая принципиальная внешней части блока ДУ изображена на схеме «Блок сопряжения внешний 2».

Схема управления мультиплексорами выполнена на микросхемах МС14-2, МС10-6, МС18-1, МС18-4, МС18-6, МС19-1, МС20, резисторе R21 и конденсаторе С6. Высокий уровень сигнала «Метка программы» разрешает работу триггера МС20. С приходом импульсов «Счит. программы» на выходе 2 микросхемы МС18-2 формируется сигнал «Счит. А», а на выходе 12 триггера МС20 — сигнал «Счит. В» (см. рис. 28). В исходное состояние триггер МС20 устанавливается низким уровнем сигнала «Метка программы».

Схема мультиплексора вывода данных выполнена на микросхемах МС18-3, МС18-5, МС19-2—МС19-4, МС21—МС23, МС24-3. Когда сигнал «Метка программы» принимает высокий уровень, то сигналы «Счит. А», «Счит. В» поступают на адресные входы А, В мультиплексора МС21 и определяют последовательность передачи кода программы через схему защиты на цифровую часть вольтметра. Во время, когда сигнал «Метка программы» имеет низкий уровень, через схему защиты по шине «Код предела» передается информация о включении ДУ. Когда ДУ включено, то на шине «ДУ» присутствует низкий уровень сигнала (логический «0»).

На микросхемах МС24-1, МС24-2, МС24-4, резисторах R24—R27 и конденсаторе С7 собран генератор, работающий на частоте около 1,6 МГц. Эта частота используется для передачи информации через схему защиты из внешнего блока во внутренний.

#### 5.2.10. Блок передней панели

Блок передней панели состоит из устройства коммутирующего и устройства запоминающего, предназначенного для ввода и хранения информации от передней панели.

Устройство запоминающее содержит счетчик МС1, который последовательно «обегаёт» все коды пределов и родов работы. При нажатой одной из кнопок В1—В7 замыкается цепь выхода дешифратора МС2 устройства коммутирующего со входом 1 МС2 устройства запоминающего и происходит запись кода нажатой кнопки предела в триггера МС3, МС6; при нажатии одной из кнопок В8—В11 замыкается цепь выхода дешифратора МС2 со входом 3 МС2 устройства запоминающего и записывается код предела в триггеры МС7. Микросхема МС1 устройства коммутирующего выполняет роль дешифратора для управления светодиодами подсветки кнопок предела. Светодиодами подсветки рода работ управляет дешифратор, выполненный на микросхемах МС5, МС9-1 устройства запоминающего. Для формирования кода режима запуска служат кноп-

ки В13—В15 устройства коммутирующего и микросхемы МС8, МС11-2, МС12, МС15-2 устройства запоминающего.

Кнопка В12 устройства коммутирующего и микросхемы МС10, МС11-1 устройства запоминающего формируют и хранят сигнал включения «Реле 2R». Включение режима выборки/запоминания производится кнопками В19, В20 устройства коммутирующего. Микросхемы МС2-3, МС2-6, МС15-3, МС15-4, МС14 устройства запоминающего обеспечивают включение и хранение кода режима выборки/запоминание и выборки/запоминание с задержкой.

Включение и выключение режима измерения отношения и предела измерения  $U$  и хранение кода этого режима осуществляется кнопками В16—В18 устройства коммутирующего, микросхемами МС2-4, МС2-5, МС4-3, МС9-2, МС9-3, МС15-1 устройства запоминающего.

#### 5.2.11. Источник вторичного электропитания

Источник вторичного электропитания предназначен для обеспечения необходимыми напряжениями защищенной части вольтметра. Выходные параметры источника вторичного электропитания приведены в табл. 30.

Все стабилизаторы источника вторичного электропитания выполнены по схеме линейного компенсационного стабилизатора с последовательным регулирующим элементом, работающим в непрерывном режиме регулирования.

Питание стабилизатора +30 В осуществляется от мостового выпрямителя Д2—Д5 платы П1, работающего на сглаживающий фильтр С6.

Таблица 30

Выходное напряжение, В	Ток нагрузки, А	Нестабильность выходного напряжения при изменении напряжения сети на $\pm 10\%$ , %, не более	Пулсации выходного напряжения от пика до пика, mV, не более	Примечание
+30	0,05	$\pm 0,2$	15	
+16	0,1	$\pm 0,1$	7,5	
-16	0,13	$\pm 0,1$	7,5	
-12	0,35	$\pm 0,5$	7,5	
+5	1,8	$\pm 1$	50	
+8,5	0,8	$\pm 15$	—	Нестабилизованное, нефильтрованное



Стабилизатор напряжения  $+30\text{ V}$  выполнен на основе микросхемы МС3 платы П2. Для увеличения мощности стабилизатора совместно с микросхемой МС3 включен внешний регулирующий элемент, выполненный на половине микросхемы МС4 платы П2. С целью предотвращения перенапряжений по входу микросхемы, возникающих при изменении напряжения сети, ее питание осуществляется от параметрического стабилизатора R1, D1, напряжение на который подается с выхода выпрямителя, построенного по схеме удвоения напряжения на элементах D1, D12 и C1, C5 платы П1. Остальные элементы стабилизатора расположены на плате П2. Резисторы R10, R11, R22 являются элементами защиты стабилизатора от перегрузок и коротких замыканий выхода. Стабилитрон D5 и резисторы R18, R19 образуют делитель выходного напряжения стабилизатора. Стабилитрон D5, включенный в делитель, необходим для увеличения коэффициента передачи делителя по изменениям выходного напряжения стабилизатора.

Аналогично построены стабилизаторы  $+16\text{ V}$  и  $-16\text{ V}$ . В отличие от предыдущих выпрямитель стабилизатора  $+5\text{ V}$  построен по двухполупериодной схеме со средней точкой. Выпрямитель питания индикации выполнен на диодах D3, D4 платы П2.

Регулирующий элемент стабилизатора  $+5\text{ V}$  выполнен на обоих транзисторах микросхемы МС1, включенных по схеме составного транзистора. Равномерное распределение мощности регулирования между транзисторами микросхемы обеспечивается выбором резистора R7.

Напряжение минус  $12\text{ V}$  обеспечивается эмиттерным повторителем, который расположен на плате П3 и выполнен на транзисторе T1, микросхеме МС2 и делителе R1, R4. Питание повторителя осуществляется с выхода стабилизатора минус  $16\text{ V}$ .

#### 5.2.12. Источник питания блока сопряжения внешнего 1

Источник питания включает в себя стабилизатор минус  $12\text{ V}$  и стабилизатор  $+5\text{ V}$ . Выходные параметры этих стабилизаторов приведены в табл. 31.

Стабилизаторы минус  $12\text{ V}$  и  $+5\text{ V}$  выполнены на микросхемах МС35, МС36. Назначение элементов схемы аналогично как в стабилизаторах минус  $16\text{ V}$  и  $+5\text{ V}$  источника вторичного электропитания.

Таблица 31

Выходное напряжение, V	Ток нагрузки, A	Нестабильность выходного напряжения при изменении напряжения сети на $\pm 10\%$ , % не более	Пulsации выходного напряжения от пика до пика, mV	Примечание
-12	0,12	2	120	
+5	1,0	1	50	

### 5.2.13. Источник питания преобразователя R

Источник питания, предназначенный для преобразователя R, выполнен по схеме преобразователя напряжения с частотой преобразования 20 кГц, расположен в блоке устройства преобразования. Преобразователь выполнен по одноконтурной схеме на транзисторах Т21, Т22, выпрямитель — по одноконтурной мостовой схеме на диодах Д21—Д24, сглаживающие фильтры собраны на конденсаторах С59—С61 и дросселях Др2, Др3.

Намоточные данные силовых трансформаторов приведены в приложении 1.

### 5.3. Конструкция вольтметра

Конструктивно все три модификации (В7-34; В7-34/1; В7-34А) вольтметра выполнены в корпусе на базе унифицированного корпуса с габаритными размерами 480×475×100 мм. Два литых кронштейна соединены между собой передней пластмассовой панелью и задней, штампованной из листового алюминия.

Внутри вольтметра находятся основные составные части:

блок вторичного электропитания;

блок аналоговый;

цифровая часть.

Блок вторичного электропитания состоит из радиатора охлаждения с платами и трансформатора, которые крепятся через изоляторы на боковом кронштейне.

Аналоговый блок представляет собой литой, герметично закрывающийся корпус, в котором находятся три платы (в вольтметре В7-34А — одна плата). Электрическая связь аналоговых плат с цифровыми платами осуществляется при помощи специальных разъемов со штыревыми контактами, на которые надеваются («надеваются») платы с пружинящими контактами.

Три платы цифровой части вольтметра крепятся на аналоговом блоке и располагаются в горизонтальной плоскости. Сверху они закрываются экраном.

К корпусу аналогового блока и к радиатору блока питания крепится панель с платами устройства запоминающего и устройства коммутирующего, переменным резистором установки нуля и платой индикации. На плате устройства коммутирующего расположены кнопки псевдосенсорных переключателей.


Электрический монтаж внутри вольтметра выполняется небольшим числом жгутов со специальными легко снимающимися разъемами.

Конструктивное различие модификаций заключается в замене двух плат цифровой части и задней панели. В вольтметре В7-34/1 на боковых стенках имеются кронштейны, служащие для встраивания и крепления его в измерительную стойку.

Все основные органы управления выходят на переднюю панель (см. рис. 1, 2, 3). На ней расположены:

тумблер включения вольтметра СЕТЬ;

индикаторное табло;

клеммы входного разъема ВХОД;  
переключатели видов измерения, пределов измерения и тестов;  
ось резистора установки нуля ;  
переключатели ЗАПУСК и R2<sup>x</sup> ПР;  
переключатели ПРЕДЕЛЫ У и ВЫБОРКА/ЗАПОМИНА-  
НИЕ, которые в модификации В7-34А отсутствуют.

На задней панели расположены:

вилка для подсоединения шнура соединительного (внутри вилок вставлены вставки плавкие);

клемма, соединенная с корпусом ⊥;

счетчик времени наработки (порядок отсчета приведен в инструкции по эксплуатации в разделе «Общие указания по эксплуатации») (устанавливается на приборы, поставляемые заказчику);

разъемы для подключения внешних устройств (ДУ, РУ — для модификации В7-34А, ККП; ЗАПУСК — для модификаций В7-34, В7-34/1);

входной разъем ВХОД (только для модификации В7-34/1);

переключатели адреса, полярности запуска .

ТОЛЬКО ПЕРЕДАЧА, ДУ—РУ (для модификаций В7-34, В7-34/1).

За правой боковой стенкой расположен резистор юстировки «ЮСТИР.», установленный на плате блока управления.

## 6. МАРКИРОВАНИЕ И ПЛОМБИРОВАНИЕ

Вольтметр имеет следующую маркировку:

а) на передней панели:


Государственный Знак качества;

товарный знак предприятия-изготовителя;

надпись «Сделано в СССР»;

наименование вольтметра;

знак опасного напряжения ;

знак дополнительных указаний в инструкции по эксплуатации .

б) на задней панели:

заводской порядковый номер;

год выпуска;

в) на правой боковой стенке — тип вольтметра.

Пломбирование производится мастикой № 1 ГОСТ 18680-73. Две пломбы верхней и нижней крышек на правом кронштейне под боковой крышкой. Одна пломба на правой боковой крышке ставится после поверки вольтметра (закрывает доступ к органу юстировки).

## НАМОТОЧНЫЕ ДАННЫЕ СИЛОВЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ

Таблица 1

Намоточные данные силового трансформатора ТТ4.700.211  
(магнитопровод ПЛ 16×32×80)

Номер катушки	Номер секции	Номер обмотки	Номер выводов	Марка провода	Диаметр	Число витков	Отвод от витков	Изоляция между слоями	Изоляция сверху обмоток и экранов
I	I	Экран Э <sub>1</sub>	13	Фольга КПРНГ 0,02ММТ					3 слоя пленки ПЭТФ, электронизоляционная толщина 10 мкм, 1 слой бумаги ЭН-50
		I б	9, 10, 11	ПЭТВ-2	0,28	1309	1250	1 слой бумаги ЭН-50	
		Экран Э <sub>1</sub>	13	Фольга КПРНГ 0,02ММТ					
I	2	III	14, 15	ПЭТВ-2	0,28	108		1 слой бумаги ЭН-50	5 слоев пленки ПЭТФ, электронизоляция толщи- на 20 мкм, 1 слой бума- ги ЭН-50
		Экран Э <sub>3</sub>	25	Фольга КПРНГ 0,02ММТ					

Номер катушки	Номер секции	Номер обмотки	Номер выводов	Марка провода	Диаметр	Число витков	Отвод от витков	Изоляция между слоями	Изоляция сверху обмоток и экранов
	2	V6	26, 27	ПЭТВ-2	1,06	60		1 слой бумаги ЭН-50	2 слоя бумаги ЭН-50
		VI	29, 30		0,56	127			
		VIII	31, 32		0,2	191			
II	I	Экран Э <sub>1</sub>	7	Фольга КПРНГ 0,02МТ					3 слоя пленки ПЭТФ, электронизолационная толщина 10 мк, 1 слой бумаги ЭН-50
		Ia	1, 2, 3	ПЭТВ-2	0,28	1309	1250	1 слой бумаги ЭН-50	
		Экран Э <sub>1</sub>	7	Фольга КПРНГ 0,02МТ					
		II	4, 5, 6	ПЭТВ-2	0,63	114 = 57×2	57	1 слой бумаги ЭН-50	

Продолжение табл. I

Номер катушки	Номер секции	Номер обмотки	Номер выводов	Марка провода	Диаметр	Число витков	Отвод от витков	Изоляция между слоями	Изоляция сверху обмоток и экранов
		Экран Э <sub>3</sub> (I)	20	Фольга КПРНТ 0,02МІТ					5 слоев пленки ПЭТФ, толщина 20 мк, 1 слой бумаги К-120
II	2	V <sub>6</sub>	17, 18	ПЭТВ-2	1,06	60		1 слой бумаги К-120	2 слоя бумаги К-120
		VII	19, 21	ПЭТВ-2	0,315	127		1 слой бумаги ЭН-50	1 слой бумаги ЭН-50

Электрическая схема трансформатора Тг4.700.211

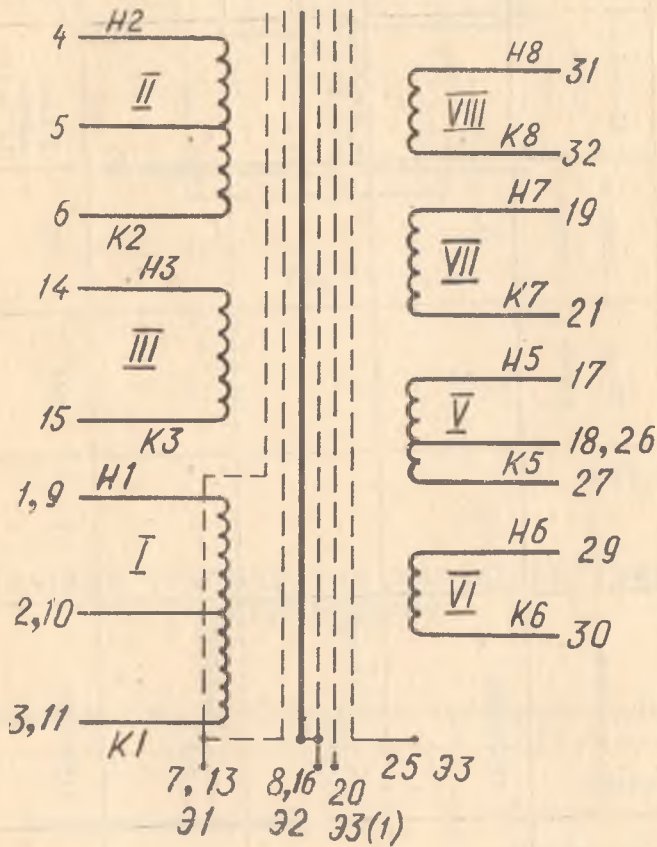


Рис. 1.

**Намоточные данные силового трансформатора Тг4.770.028  
сердечник Ш5×5 М2000 НМ1-14**

Номер обмотки	Номер вывода	Марка провода	Диаметр	Число витков	Отвод от витков	Изоляция между слоями	Изоляция сверху обмоток и экранов
I	2, 3, 4	ПЭТФ-939	0,25	34	17	—	2 слоя пленки ПЭТВ-001
Экран Э1	3	Фольга КПРНТ 0,05М1	—	—	—	—	4 слоя пленки ПЭТВ-002
Экран Э2	9	Фольга КПРНТ 0,05М1	—	—	—	—	2 слоя пленки ПЭТФ-001
II	8, 9, 10	ПЭТФ-939	0,1	244	122	2 слоя пленки ПЭТФ-0,01	2 слоя пленки ПЭТФ-001



Электрическая схема трансформатора Тг4.770.028

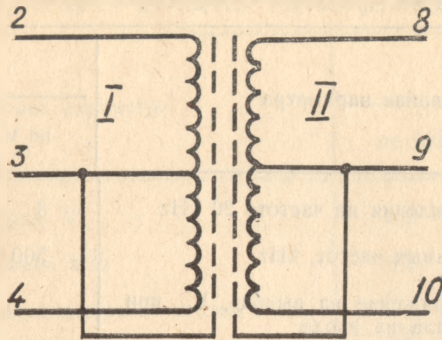


Рис. 2

Приложение 2

**КРАТКИЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ  
МИКРОСБОРОК**

Таблица 1

**Микросборка 04УД012 «Усилитель дифференциальный»**

Наименование параметра	Значение	
	не менее	не более
1. Коэффициент усиления постоянного напряжения	10 <sup>6</sup>	
2. Полоса пропускания на уровне 0,707, kHz	7	
3. Температурный дрейф напряжения слежения за входным сигналом (вывод 10), mV/°C		1

Таблица 2

## Микросборка 04УН005 «Усилитель низкой частоты»

Наименование параметра	Значение	
	не менее	не более
1. Коэффициент усиления на частоте 20 кГц	3	6
2. Полоса усиливаемых частот, кГц	500	
3. Постоянное напряжение на выходе, V, при отсутствии сигнала на входе		$\pm 0,5$
4. Напряжение на выходе, при котором начинается действие схемы защиты от перегрузок, среднеквадратическое значение, V	4	6

Таблица 3

## Микросборка 04АП001 «Формирователь»

Наименование параметра	Значение	
	не менее	не более
1. Остаточное напряжение при уровне логического «0» на входах ( $U_{пит.}/-U_{вых.}$ ), mV, при отсутствии нагрузки		120
при токе нагрузки 3 мА		400
2. Остаточное напряжение при уровне логической «1» на входах ( $U_{см.}/-U_{вых.}$ ), mV		1
3. Уровни напряжения управляющих логических сигналов на входах, V		0,4
логического «0»		
логической «1»	2,4	
4. Длительность фронта выходного импульса при переходе управляющего сигнала с уровня логической «1» в логический «0», $\mu s$		1,5
при отсутствии нагрузки		2,5
при токе нагрузки 3 мА		
5. Длительность фронта выходного импульса при переходе управляющего сигнала с уровня логического «0» в логическую «1», $\mu s$		100

## Микросборка 04ИД001 «Дешифратор»

Наименование' параметра	Значение	
	не менее	не более
1. Напряжение питания, V	4,5	9,9
2. Частота сканирования, kHz	9,9	10,1
3. Средний ток индикации всех сегментов I ср., mA	397	467
4. Максимальное падение напряжений на открытых катодных ключах при $I_{ср.} = 430 \text{ mA} \pm \pm 10 \%$ , V		0,92
5. Максимальное падение напряжений на открытых анодных ключах при $I_{ср.} = 430 \text{ mA} \pm \pm 10 \%$ , V		2

Таблица 5

## Микросборка 04АП003 «Формирователь» только для модификации В7-34, В7-34/1

Наименование параметра	Значение	
	не менее	не более
1. Выходное напряжение в режиме логического нуля при $I = 50 \text{ mA}$ , $U_{пит.} = (5 \pm 0,5) \text{ V}$ , V		0,4
2. Выходное напряжение в режиме логической единицы при $I = 50 \text{ mA}$ , $U_{пит.} = (5 \pm 0,5) \text{ V}$ , V		2,4

## Микросборка 04КН010 «Коммутатор напряжения»

Наименование параметра	Значение	
	не менее	не более
1. Ток утечки затворов транзисторов Т1, Т2, Т4, Т6, Т7, А		5.10 <sup>-11</sup>
2. Ток утечки затворов транзисторов Т3, Т5, А		10.10 <sup>-11</sup>
3. Коммутируемое напряжение, V		25
4. Напряжение отсечки транзисторов, V		1,4

Таблица 7

## Микросборка 04ПП003 «Преобразователь»

Наименование параметра	Значение	
	не менее	не более
1. Напряжение ограничения на выходе микросборки при подаче на вход сигнала, соответствующего уровню логической «1», V (при комбинации питающих напряжений, указанных в п. 3)	1,08	2,09
2. Напряжение ограничения на выходе микросборки при подаче на вход сигнала, соответствующего уровню логического «0», V: при отсутствии тока нагрузки при наличии тока нагрузки до 5 mA	12,0	13,4
3. Варианты напряжений питания: ( $\pm 15 \begin{smallmatrix} +1,5 \\ -0,3 \end{smallmatrix}$ ) V; ( $+5 \pm 0,5$ ) V; ( $\pm 30 \pm 6$ ) V; ( $-15 \begin{smallmatrix} +1,5 \\ -0,3 \end{smallmatrix}$ ) V; ( $+5 \pm 0,5$ ) V; ( $-30 \pm 6$ ) V; ( $+15 \begin{smallmatrix} +1,5 \\ -0,3 \end{smallmatrix}$ ) V; ( $+5 \pm 0,5$ ) V; ( $\pm 30 \pm 6$ ) V; ( $5 \pm 0,5$ ) V		

# Лист регистрации изменений

Изм.	Номера листов (страниц)				Всего листов (страниц) в докум.	№ докум.	Входящий № сопроводительного докум. и дата	Подпись	Дата
	измененных	замененных	новых	аннулированных					

Функциональная схема вольтметра

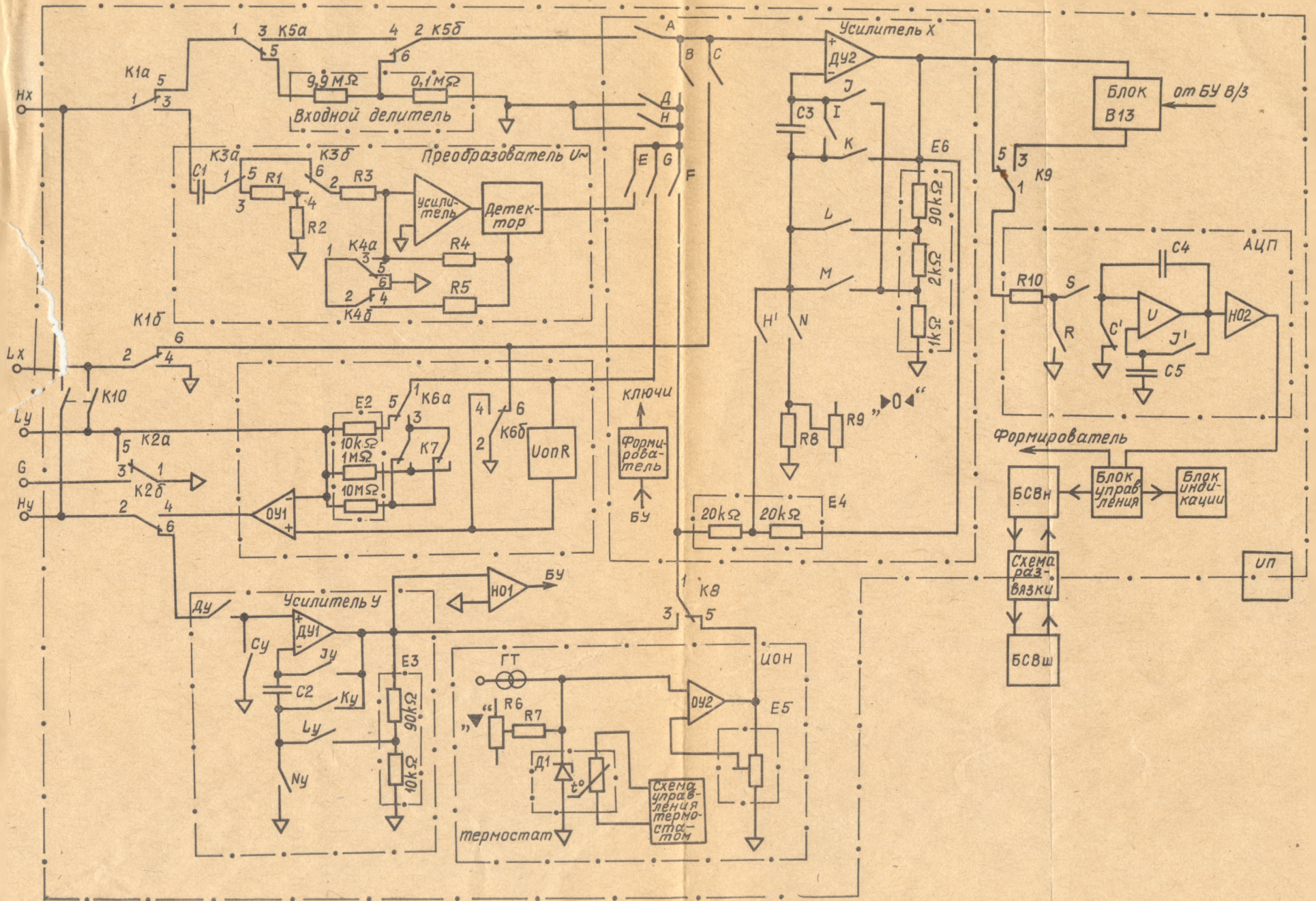


Рис. 5.