

B7-16A

1980

Устройство 7-9 автомашин.
B7-16A

**ВОЛЬТМЕТР
УНИВЕРСАЛЬНЫЙ**

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ
И ИНСТРУКЦИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ**

1980

ВОЛЬТМЕТР УНИВЕРСАЛЬНЫЙ В7-16 А

ТЕХНИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ
И ИНСТРУКЦИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

атд2.710.000 ТО

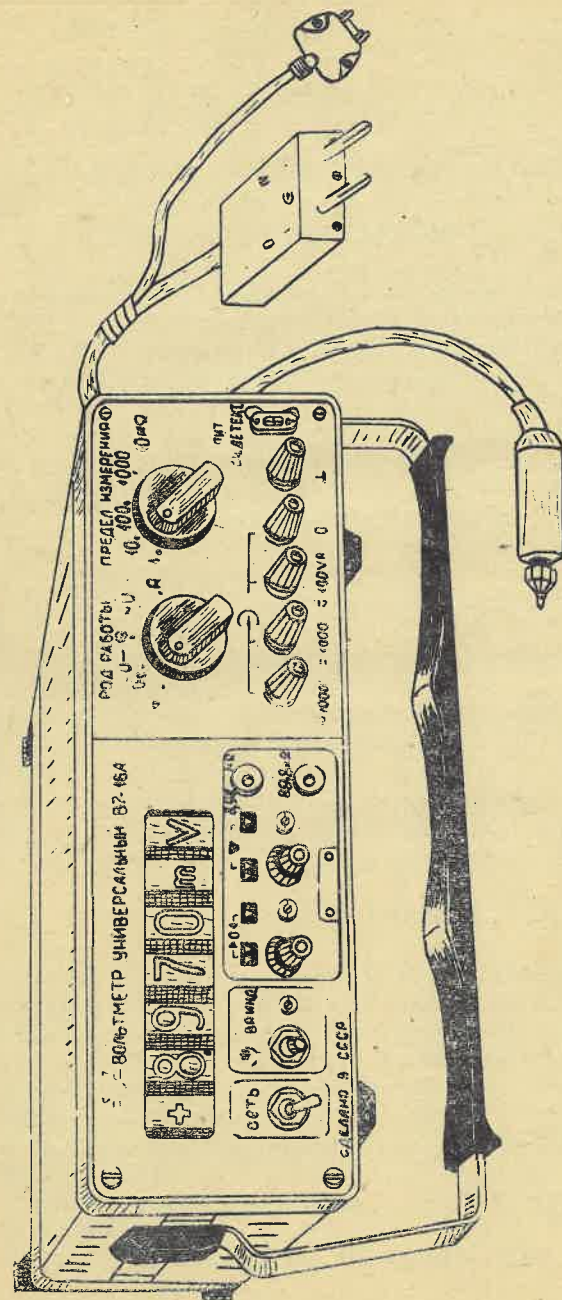
1980

СОДЕРЖАНИЕ

1. Введение	7
2. Назначение	7
3. Технические данные	8
4. Состав вольтметра	13
5. Устройство и работа вольтметра и его составных частей	14
5. 1. Принцип действия	14
5. 2. Схемы электрические принципиальные	21
5. 3. Конструкция вольтметра	32
6. Маркирование и пломбирование	36
7. Общие указания по эксплуатации	36
7. 1. Приведение вольтметра в состояние готовности к эксплуатации	36
8. Указания мер безопасности	37
9. Подготовка к работе	37
9. 1. Расположение органов управления	37
9. 2. Подготовка вольтметра к работе	38
10. Порядок работы	42
10. 1. Подготовка к проведению измерений	42
10. 2. Измерение напряжения постоянного тока	42
10. 3. Измерение напряжения переменного тока	43
10. 4. Измерение активного сопротивления	44
10. 5. Работа вольтметра в режиме выдачи уровней напряжений, характеризующих результат измерений	44
11. Регулирование и настройка	45
11. 1. Настройка усилителя дифференциального	45
11. 2. Коррекция смещения нуля компараторов	48
11. 3. Регулировка делителя напряжения постоянного тока 1 : 10	49
12. Характерные неисправности и методы их устранения	50
12. 1. Общие указания	50
12. 2. Порядок разборки вольтметра	50
12. 3. Краткий перечень возможных неисправностей	51
13. Техническое обслуживание	53
13. 1. Профилактические работы	53

14. Поверка вольтметра	53
14. 1. Операции и средства поверки	53
14. 2. Условия поверки и подготовка к ней	57
14. 3. Проведение поверки	57
15. Правила хранения	69
16. Транспортирование	70
16. 1. Тара, упаковка и маркирование упаковки	70
16. 2. Условия транспортирования	72
ПРИЛОЖЕНИЕ 1. Таблица намоточных данных трансформатора и реле	74
ПРИЛОЖЕНИЕ 2. Таблицы и осциллограммы напряжений	75
ПРИЛОЖЕНИЕ 3. Фильтры	87
ПРИЛОЖЕНИЕ 4. Электрические функциональные схемы микросхем	90
ПРИЛОЖЕНИЕ 5. Перечень элементов с ограниченным сроком службы	96
ПРИЛОЖЕНИЕ 6. Методика подбора пар полевых транзисторов типа 2П303Б, 2П1103Г	96
ПРИЛОЖЕНИЕ 7. Рекомендации по выпайке микросхем в платах печатного монтажа	99
ПРИЛОЖЕНИЕ 8. Размещение элементов на платах	100
Карточка отзыва потребителя	109

Внешний вид вольтметра.



1. ВВЕДЕНИЕ

1. 1. Техническое описание и инструкция по эксплуатации вольтметра универсального В7-16А предназначены для изучения вольтметра и содержат описание его устройства, принципа действия, а также технические характеристики.

Кроме того, документы содержат сведения, необходимые для правильной эксплуатации вольтметра и обеспечения полного использования его технических возможностей.

1. 2. В техническом описании и инструкции по эксплуатации приняты следующие условные обозначения:

УД — усилитель дифференциальный;

U_x — измеряемое напряжение;

τ — временной интервал, пропорциональный входному сигналу;

f_0 — частота генератора счетных импульсов;

«И» — логическая схема совпадения;

ИКН — источник калибровочного напряжения;

ЦПМ — цифровая печатающая машина;

ВЧ — высокая частота.

1. 3. Техническое описание и инструкция по эксплуатации состоят из двух альбомов. В альбоме № 2 помещены электрические принципиальные схемы вольтметра.

2. НАЗНАЧЕНИЕ

Вольтметр универсальный В7-16А предназначен для измерения напряжений постоянного и переменного токов, активного сопротивления при регламентных, ремонтных и регулировочных работах в различных областях электроники, а также для проверки приборов более низкого класса.

Условия эксплуатации вольтметра:

— температура окружающей среды — от 263°K (минус 10°С) до 323°K (+50°С);

— относительная влажность — до 95% при температуре до 303°K (+30°С);

— атмосферное давление 100 ± 4 кПа (750 ± 30 мм рт. ст.).

3. ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

3. 1. Время измерения напряжения постоянного тока при выключенном входном фильтре не превышает:

— 200 мс при времени преобразования 100 мс и четырехзначном цифровом отсчете;

— 40 мс при времени преобразования 20 мс и четырехзначном цифровом отсчете;

— 2 мс при времени преобразования 1 мс и трехзначном цифровом отсчете.

3. 2. Время измерения напряжения постоянного тока при включенном входном фильтре не превышает 5 с.

Время измерения напряжения переменного тока, активного сопротивления не превышает 10 с.

3. 3. Диапазоны измерений электрических величин соответствуют значениям, указанным в таблице 1.

3. 4. Диапазоны измерений разбиты на поддиапазоны, указанные в таблице 1.

3. 5. Выбор поддиапазонов измерения осуществляется ручным способом.

3. 6. Выбор полярности при измерении напряжения постоянного тока осуществляется автоматически.

3. 7. Дискретность измерений соответствует значениям, указанным в таблице 1.

3. 8. Частотный диапазон измеряемых напряжений переменного тока:

от 20 Гц до 50 МГц на пределе «1»

от 20 Гц до 30 МГц на пределе «10»

от 20 Гц до 20 кГц на пределах «100» и «1000».

3. 9. При измерении напряжений переменного тока вольтметр градуируется в эффективных значениях. Основная погрешность обеспечивается при измерении напряжений синусоидальной формы с содержанием гармоник не более 0,1% на пределе «1», не более 0,2% на остальных пределах, не более 1% в диапазоне частот 100 кГц — 50 МГц.

3. 10. Органы установки значения калиброванного напряжения обеспечивают изменение значения калиброванного напряжения в пределах ± 50 знаков от указанного на шильдике.

3. 11. В вольтметре предусмотрен индикатор перегрузки.

3. 12. Вольтметр обеспечивает следующие режимы запуска:
— автоматически от внутреннего источника импульсов с периодом повторения 0,1÷5 с при времени преобразования 1 мс и 20 мс, 0,2÷5 с при времени преобразования 100 мс;

— вручную нажатием кнопки;

Таблица 1

Наименование измеряемых величин и единицы измерений	Наимено- вание пределов измерений	Время преобразования, мс					
		100		20			
		Поддиапазоны измерений	Дискрет- ность	Поддиапазоны измерений	Дискрет- ность		
1. Напряжение постоянного тока, В	«1»	10-4—999,9 · 10-3	10-4	10-4—999,9 · 10-3	10-4	10-3—999 · 10-3	10-3
	«10»	10-3—9,999	10-3	10-3—9,999	10-3	10-2—9,99	10-2
	«100»	10-2—99,99	10-2	10-2—99,99	10-2	10-1—99,9	10-1
	«1000»	10-1—999,9	10-1	10-1—999,9	10-1	1—999	1
2. Напряжение переменного тока, В	«1»	10-4—999,9 · 10-3	10-4	10-4—999,9 · 10-3	10-4	—	—
	«10»	10-3—9,999	10-3	10-3—9,999	10-3	—	—
	«100»	10-2—99,99	10-2	10-2—99,99	10-2	—	—
	«1000»	10-1—999,9	10-1	10-1—999,9	10-1	—	—
3. Активное со- противление, Ом	«1»	0,1—999,9	0,1	0,1—999,9	0,1	1—999	1
	«10»	1—9,999 · 10 ³	1	1—9,999 · 10 ³	1	10—9,99 · 10 ³	10
	«100»	10—99,99 · 10 ³	10	10—99,99 · 10 ³	10	10 ² —99,9 · 10 ³	10 ²
	«1000»	10 ² —999,9 · 10 ³	10 ²	10 ² —999,9 · 10 ³	10 ²	10 ³ —999 · 10 ³	10 ³
	«10 мΩ»	10 ³ —9,999 · 10 ⁶	10 ³	10 ³ —9,999 · 10 ⁶	10 ³	10 ⁴ —9,99 · 10 ⁶	10 ⁴

— дистанционно от внешнего источника импульсов частотой не более 1 кГц, 50 Гц, 10 Гц соответственно.

3. 13. Предел допускаемой основной погрешности вольтметра при измерении напряжения постоянного тока обеих полярностей:

— при времени преобразования 20 мс и 100 мс

$$\delta = \pm (0,05 + 0,05 \frac{U_k}{U_x}) \%$$

— при времени преобразования 1 мс

$$\delta = \pm (0,1 + 0,1 \frac{U_k}{U_x}) \%$$

где U_k — конечное значение установленного предела измерений;

U_x — показание вольтметра.

3. 14. Коэффициент подавления помех синусоидальной формы последовательного типа синхронных с частотой сети питания равной 50 Гц при времени преобразования 100 мс составляет не менее 40 дБ и при времени преобразования 20 мс не менее 30 дБ в режиме измерения напряжения постоянного тока и включенном фильтре. Сумма амплитудного значения напряжения помехи и измеряемого напряжения не должна превышать 120% от установленного предела измерения.

3. 15. Вольтметр имеет встроенный фильтр для дополнительного подавления помех последовательного вида в режиме измерения напряжения постоянного тока. Подавление прибором помех синхронных с частотой питающей сети, равной 50 Гц, при времени преобразования 20 и 100 мс в случае включенного фильтра составляет не менее 60 дБ.

3. 16. Предел допускаемой основной погрешности вольтметра при измерении напряжения переменного тока при времени преобразования 20 мс и 100 мс

— на поддиапазоне измерений «1» в диапазоне частот

$$\text{от } 20 \text{ Гц до } 20 \text{ кГц} \quad \delta = \pm (0,15 + 0,05 \frac{U_k}{U_x}) \%$$

$$\text{от } 20 \text{ кГц до } 50 \text{ кГц} \quad \delta = \pm (1 + 0,1 \frac{U_k}{U_x}) \%$$

$$\text{от } 50 \text{ кГц до } 100 \text{ кГц} \quad \delta = \pm (1,5 + 0,1 \frac{U_k}{U_x}) \%$$

$$\text{от } 100 \text{ кГц до } 50 \text{ МГц} \quad \delta = \pm (2,5 + 1,5 \frac{U_k}{U_x}) \%$$

— на поддиапазоне «10» в диапазоне частот

$$\text{от } 20 \text{ Гц до } 20 \text{ кГц} \quad \delta = \pm (0,4 + 0,05 \frac{U_k}{U_x}) \%$$

$$\text{от } 20 \text{ кГц до } 30 \text{ МГц} \quad \delta = \pm (2,5 + 1,5 \frac{U_k}{U_x}) \%$$

— на поддиапазонах измерений «100» и «1000» в диапазоне частот

$$\text{от } 20 \text{ Гц до } 20 \text{ кГц} \quad \delta = \pm (0,4 + 0,05 \frac{U_k}{U_x}) \%$$

3. 17. Предел допускаемой основной погрешности при измерении активного сопротивления при времени преобразования 20 мс и 100 мс

$$\delta = \pm (0,15 + 0,05 \frac{R_k}{R_x}) \%$$

3. 18. Мощность рассеивания на измеряемом сопротивлении не превышает 25 мВт.

3. 19. Предел допускаемой основной погрешности при всех видах измерений соответствует требованиям пп. 3. 13, 3. 16, 3. 17 при условии проведения установки нуля и калибровки не реже, чем один раз за каждый час работы.

3. 20. Предел допускаемой дополнительной погрешности от изменения температуры окружающей среды при всех видах измерений не превышает половины основной погрешности на каждые 10°C изменения температуры.

3. 21. Предел допускаемой дополнительной погрешности при всех видах измерений вследствие дрейфа во времени составляет ± 15 единиц счета за 16 часов работы (без периодической установки нуля и калибровки).

3. 22. Входное сопротивление вольтметра составляет:

— не менее 10 МОм при измерении напряжения постоянного тока;

— не менее 1 МОм при измерении напряжения переменного тока.

3. 23. Входная емкость вольтметра при измерении напряжения переменного тока не превышает 100 пФ. Входная емкость выносного высокочастотного преобразователя — не более 10 пФ.

3. 24. Вольтметр имеет выход на внешнее цифропечатающее устройство.

Выходной кодовый сигнал, соответствующий логическому нулю, имеет уровень напряжения не более $\pm 0,3$ В. Выходной кодовый сигнал, соответствующий логической единице, имеет

уровень напряжения не менее +2,4 В, на нагрузке не менее 10 кОм.

3. 25. Изоляция цепей вольтметра выдерживает без пробоя:

— цепи питания относительно клеммы « $\perp$ » — 1500 В 50 Гц в нормальных условиях и 600 В 50 Гц при повышенной влажности;

— клеммы «0» относительно клеммы « $\perp$ » — 500 В постоянного напряжения в нормальных условиях и 350 В при повышенной влажности.

Сопротивление изоляции цепей питания относительно клеммы «0» и клеммы «0» относительно клеммы « $\perp$ » составляет не менее:

- 20 МОм в нормальных условиях;
- 5 МОм при повышенной температуре;
- 2 МОм при повышенной влажности.

3. 26. Вольтметр обеспечивает свои технические характеристики после времени самопрогрева в течение 1 часа в нормальных условиях и 2 часа в условиях повышенной влажности.

3. 27. Питание вольтметра осуществляется от сети переменного тока напряжением 220 ± 22 В частотой $50 \pm 0,5$ Гц; напряжением 220 ± 11 В и напряжением $115 \pm 5,75$ В частотой 400 ± 12 Гц и содержанием гармоник до 5%.

3. 28. Мощность, потребляемая вольтметром от сети, не превышает 35 ВА.

3. 29. Вольтметр допускает непрерывную работу в рабочих условиях в течение 16 часов.

Время непрерывной работы не включает в себя время самопрогрева вольтметра.

3. 30. Среднее время безотказной работы — 2250 час.

3. 31. Срок службы вольтметра при эксплуатации составляет 10 лет.

3. 32. Технический ресурс вольтметра составляет 7000 час.

3. 33. Габаритные размеры вольтметра — $348 \times 120 \times 360$ мм. Габаритные размеры в укладочном ящике — $465 \times 210 \times 400$ мм. Габаритные размеры транспортной тары — $600 \times 345 \times 504$ мм.

3. 34. Масса вольтметра — не более 7 кг.

Масса вольтметра в укладочном ящике — не более 24 кг.

4. СОСТАВ ВОЛЬТМЕТРА

4. 1. Вольтметр поставляется в комплекте, указанном в таблице 2.

Таблица 2

Наименование	Обозначение	К-во	Примечание
Вольтметр универсальный В7-16А	атд2.710.001	1	
Преобразователь высокочастотный	атд2.245.000	1	
Делитель 1 : 10	атд5.171.001	1	
Ящик укладочный	И24.161.087 Сп	1	*
Коробка	И24.180.031-03	1	*
Техническое описание и инструкция по эксплуатации	атд2.710.000 ТО	1	Альбом № 1
Схемы электрические принципиальные		1	Альбом № 2
Формуляр	атд2.710.000 ФО	1	Альбом № 3
Вилка 2РМ27КПН24Ш1В1		1	*
Контакт электрический магнитоуправляемый КЭМ-2Б		2	
Предохранитель ВП1-1-0,5А		2	
Перемычка	И27.755.033	1	
Зажим	ЯП4.835.007 Сп	2	
Провод высоковольтный	И26.640.012	1	
Провод соединительный	И24.860.008 Сп	1	
Кабель	атд4.853.002	1	
Щуп	И24.266.000 Сп	2	
Скоба	атд8.667.011	1	
Плата ремонтная	атд5.282.002	1	
Переход СР-50-95Ф		1	
Отвертка 7810-0301 кд21хр		1	

* — Указывается в договоре.

5. УСТРОЙСТВО И РАБОТА ВОЛЬТМЕТРА И ЕГО СОСТАВНЫХ ЧАСТЕЙ

5. 1. Принцип действия

5. 1. 1. Структурная схема изображена на рис. 1. Напряжение постоянного или переменного тока подается на входные гнезда. Во входном устройстве (1) напряжение постоянного тока приводится с помощью делителя к номинальному пределу 1 В и далее поступает на вход усилителя дифференциального (УД) (2). Напряжение переменного тока частотой 20 Гц—20 кГц приводится к пределу 1 В и поступает на преобразователь напряжения переменного тока в напряжение постоянного тока (6), а затем на вход усилителя дифференциального (УД) (2). Напряжение переменного тока частотой 20 кГц—50 МГц амплитудой до 10 В измеряется с помощью выносного шупа.

5. 1. 2. Измеряемое активное сопротивление подсоединяется к входным гнездам, являющимися при измерении сопротивлений прямым входом УД (2). Измерение осуществляется путем преобразования R_x в пропорциональное напряжение постоянного тока U_x . Преобразование осуществляется УД (2).

5. 1. 3. УД (2), структурная схема которого представлена на рис. 2, предназначен для обеспечения высокого входного сопротивления вольтметра и преобразования величины измеряемого сопротивления в напряжение.

Состоит из двух усилителей (1 и 2), общий коэффициент усиления которых равен двум.

Первый каскад, коэффициент усиления которого равен единице, предназначен для преобразования измеряемого сопротивления в напряжение, с этой целью на его выходе автоматически устанавливается напряжение плюс 1 В, используемое в качестве эталонного.

Второй каскад, совместно с первым, обеспечивает общий коэффициент усиления, равный двум, необходимый при измерении напряжения.

Выходная характеристика усилителя смещена таким образом, что входному постоянному напряжению минус 1 В соответствует выходное напряжение 0 В, входному напряжению 0 В соответствует выходное напряжение +2 В, входному напряжению +1 В соответствует выходное напряжение +4 В.

Соответствующее смещение выходной характеристики УД необходимо для создания условного нуля, относительно которого в блоке компараторов (3) производится сравнение пилообразного напряжения с выходным напряжением УД.

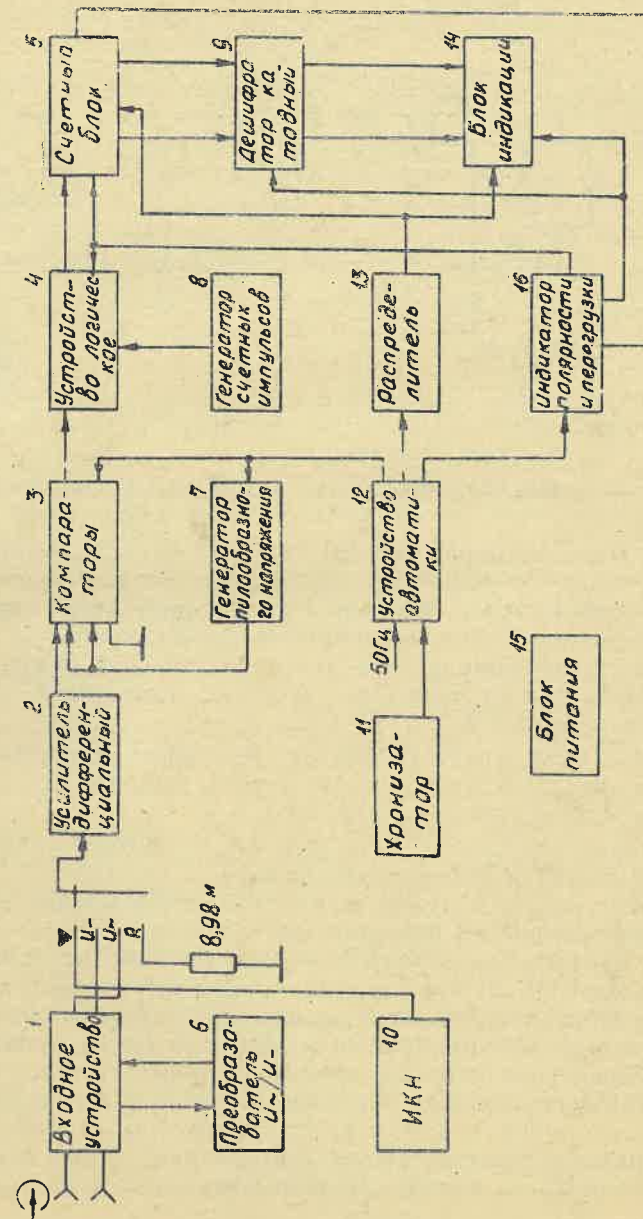


Рис. 1. Схема электрическая структурная вольтметра.

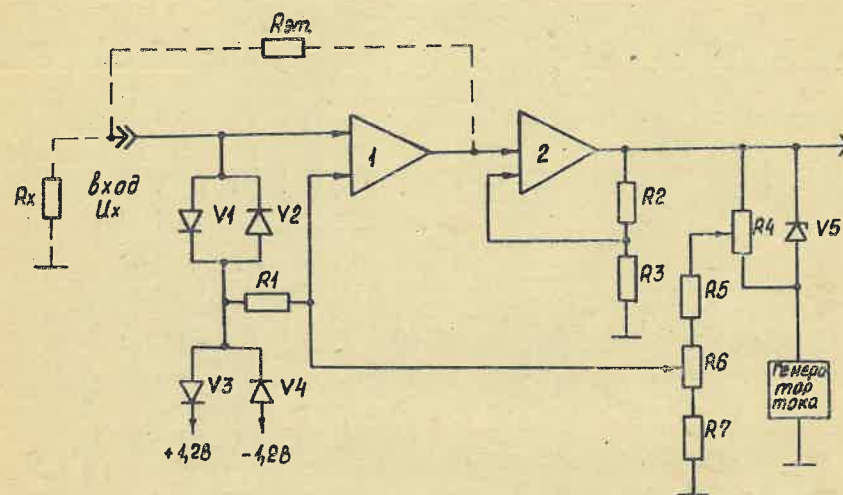


Рис. 2. Схема электрическая структурная усилителя дифференциального.

5. 1. 4. Блок компараторов (3) состоит из двух компараторов: сигнального и нулевого, каждый из которых имеет два входа. На первые входы компараторов подается пилообразное напряжение с генератора пилообразного напряжения (7). Второй вход нулевого компаратора заземлен. Нулевой компаратор срабатывает в момент равенства нулевого потенциала с пилообразным напряжением.

Выходное напряжение усилителя дифференциального, связанное с величиной и знаком измеряемого напряжения, поступает на вход сигнального компаратора.

Сигнальный компаратор срабатывает в момент равенства измеряемого и пилообразного напряжений.

Интервал времени τ между моментами срабатывания компараторов пропорционален измеряемому напряжению, U_x .

5. 1. 5. Устройство автоматики (12) формирует импульс длительностью 100, 20 или 1 мс (в зависимости от выбранного времени преобразования), отпирающий устройство логическое (4); импульсы с частотой 1000 Гц и скважностью 10, используемые для управления работой генератора пилообразного напряжения и компараторов (3), импульсы запуска распределителя, индикатора полярности и перегрузки, импульсы опроса декад, импульс сброса и памяти. Работа автоматики, а тем самым и работа вольтметра в целом, синхронизируется от сети.

Сигналы с выходов компараторов поступают на логическое устройство (4), на которое поступают импульсы от генератора счетных импульсов (8) ($f_0 = 11,6$ МГц), и импульс цикла от устройства автоматики.

На выходе логического устройства формируется последовательность радиоимпульсов (сто, двадцать или один в зависимости от времени преобразования) длительностью τ , заполненных счетными импульсами (пачки импульсов).

Радиоимпульсы поступают на счетный блок (5), включающий в себя четыре декадных делителя с памятью, где происходит подсчет количества импульсов заполнения.

5. 1. 6. Полярность постоянного напряжения определяется положением триггера полярности индикатора полярности и перегрузки (16), зависящим от состояния счетного блока счетчика (5).

До подачи на вход вольтметра измеряемого напряжения в счетный блок поступает нулевой сигнал (пачки счетных импульсов условного нуля), при этом происходит первичное переполнение емкости счетчика. Сигнал переполнения емкости счетчика устанавливает триггер полярности в положение, при котором загорается знак «+».

При измерении положительного напряжения происходит вторичное заполнение емкости счетчика, в этом случае положение триггера полярности не меняется и горит знак «+».

При измерении отрицательного напряжения происходит уменьшение пачки счетных импульсов на величину, пропорциональную измеряемому напряжению, в том случае емкость счетчика недозаполняется и положение триггера полярности меняется, загорается знак «—».

Перегрузка определяется положением триггера перегрузки индикатора полярности и перегрузки, зависящим от наличия импульса перегрузки счетного блока.

При превышении измеряемым напряжением предела измерения загорается знак перегрузки «П».

5. 1. 7. После окончания импульса длительностью 100 мс (20 мс или 1 мс) в блоке автоматики формируется импульс памяти, предназначенный для переписки информации счетных триггеров в триггера памяти и импульс сброса, предназначенный для установления схемы счетного блока в исходное состояние.

5. 1. 8. Длительность цикла измерения определяется хронизатором (11) и может регулироваться в пределах $0,1 \div 5$ с.

5. 1. 9. В вольтметре применена стробоскопическая система индикации с последовательным поджигом индикаторных ламп синхронно с опросом соответствующих декадных делителей счетного блока. При этом исключается возможность поджига одновременно более, чем одной лампы.

Схема индикации состоит из индикатора полярности и перегрузки (16), распределителя (13), катодных дешифраторов, индикаторных ламп. Структурная схема индикатора представлена на рис. 3.

Индикатор полярности и перегрузки управляет очередностью включения катодных дешифраторов. Распределитель (13) формирует последовательность из четырех импульсов, сдвинутых друг относительно друга во времени, которые поступают на управление ключами опроса декад и анодными ключами.

Ключи опроса декад К1÷К4 собраны на логических схемах типа «И-НЕ» и предназначены для выдачи информации о состоянии четырех разрядов декады в момент поступления импульса опроса с распределителя.

Полученная таким образом информация поступает на один из катодных дешифраторов 9 (1) или 9 (2), которые преобразуют двоично-десятичный код 8—4—2—1 с выхода декад в десятичный код. Одноименные катоды индикаторных ламп соединены между собой.

Появление импульса на любом из четырех выходов распределителя приводит к появлению импульса на аноде соответствующей лампы, а также импульса на той шине соединенных катодов ламп, которая соответствует информации декады.

Появление следующего импульса на выходе распределителя вызывает включение следующей лампы, причем светится катод, соответствующий информации следующей декады и т. д.

5. 1. 10. В зависимости от положения переключателя «РОД РАБОТЫ» и «ПРЕДЕЛ ИЗМЕРЕНИЙ» на табло индицируются символы «mV», «V», «Ω», «кΩ», «~», «MΩ». При установке нуля прибора вход УД соединяется с общей шиной, а при калибровке на вход УД подается напряжение от источника калибровочного напряжения ИКН (10).

5. 1. 11. Высокочастотный преобразователь предназначен для преобразования синусоидального напряжения высокой частоты (20 кГц÷50 МГц) в постоянное напряжение. Структурная схема преобразователя представлена на рис. 4.

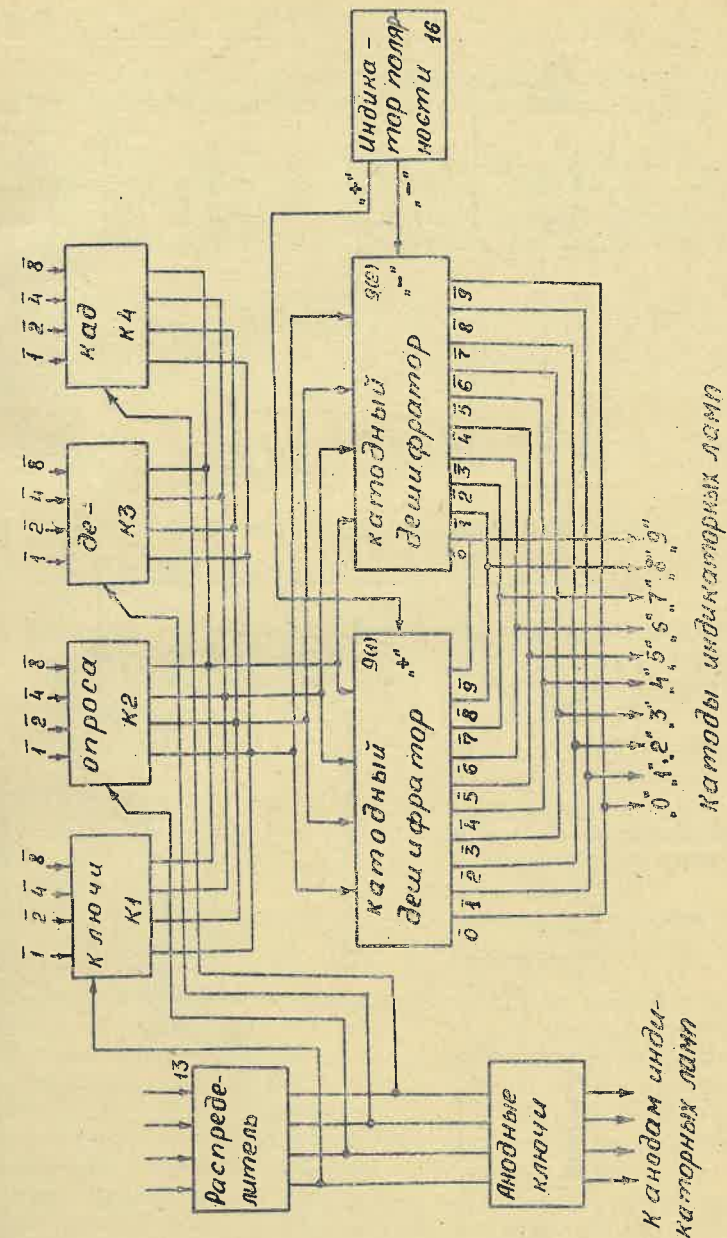


Рис. 3. Структурная схема электрическая блока индикации.

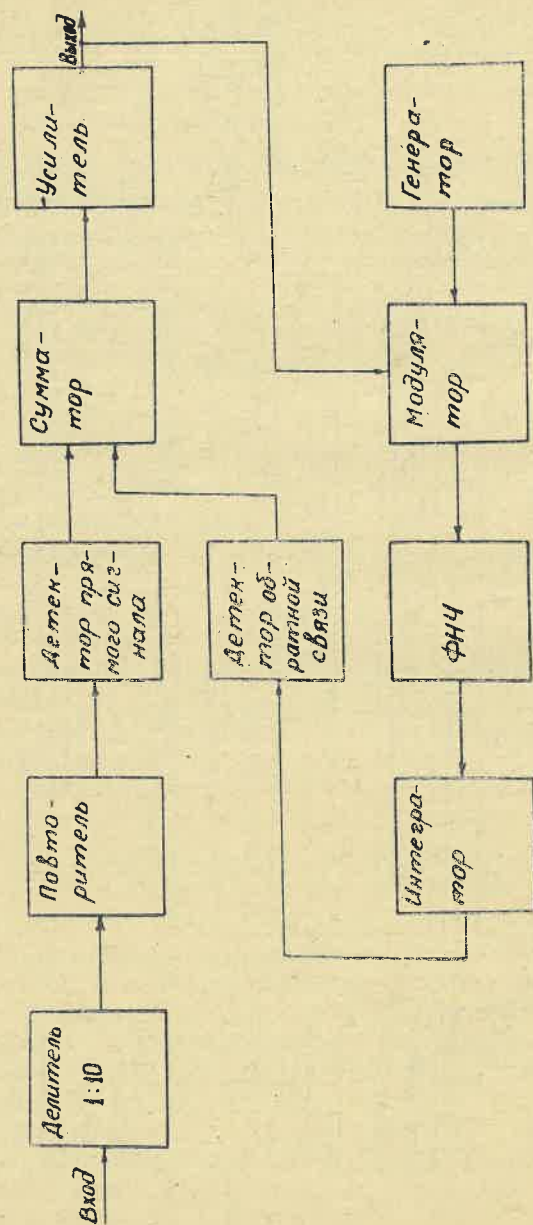


Рис. 4. Схема электрическая структурная высокочастотного преобразователя.

Напряжение до 1,2 В подается на вход повторителя, выше 1,2 В через частотно-компенсированный делитель 1:10. С повторителя сигнал поступает на детектор прямого сигнала и с его выхода на сумматор. Сюда же поступает сигнал из детектора обратной связи.

Передаточные характеристики входного детектора и детектора обратной связи взаимнообратны. Благодаря близким вольтамперным характеристикам диодов диодной сборки и большому коэффициенту усиления усилителя связь между входным и выходным сигналом линейна.

Для осуществления обратной связи по переменному току применяется схема модуляции выходного сигнала с помощью модулятора, который управляется импульсами прямоугольной формы с частотой повторения около 80 кГц.

В цепь обратной связи включены фильтр низкой частоты (ФНЧ) и интегратор, которые формируют сигнал обратной связи и устраняют паразитные наводки.

5. 2. Схемы электрические принципиальные

5. 2. 1. Преобразователь напряжения.

В схему преобразователя напряжения входят:

- делитель напряжения постоянного тока атд2.727.000;
- делитель напряжения переменного тока и преобразователь напряжения переменного тока в напряжение постоянного тока атд2.204.000.

Делитель напряжения постоянного тока собран на резисторах R1...R14.

Делитель напряжения переменного тока собран на резисторах R1...R11. Компенсация делителя по частоте осуществляется с помощью конденсаторов C2÷C10. Переключение пределов измерения осуществляется с помощью реле K1÷K4.

Преобразование напряжения переменного тока осуществляется линейным детектором, выполненным по принципу операционного усилителя с нелинейной обратной связью.

С делителя напряжения сигнал поступает на вход истокового повторителя (транзистор V 4, V 5), который обеспечивает высокое входное сопротивление и далее на неинвертирующий вход операционного усилителя, выполненного на микросхеме A1 (140УД1Б). С выхода микросхемы A1 сигнал поступает на цепь обратной связи по постоянному току и полупроводниковые выпрямители. Обратная связь по постоянному току осуществляется через транзисторы V 9, V 7, а по переменному току — через транзисторы V 7, V 8. Глубина определяется делителем из резисторов R29, R28, R26 и конденсатора C19. Цепочка, состоящая из

элементов R18, R19, R20, R21, V3, V2, V12, V13 является схемой защиты преобразователя от перегрузок. Положительные полу-волны измеряемого напряжения с диода V10 поступают на фильтр через резистор R25. Транзисторы V4, V8 подобраны по напряжению на затворе, при токе стока равным 1 мкА и по току насыщения, при напряжении на затворе, равным нулю (см. приложение 6).

5. 2. 2. Усилитель дифференциальный, компараторы (атд2.032.001).

Блок усилителя и компараторов содержит:

- усилитель дифференциальный (V1, V4, A1, A2);
- генератор линейно возрастающего напряжения (A3, V11);
- сигнальный компаратор (A4 и 1/2 микросхемы D1);
- нулевой компаратор (A5 и 1/2 микросхемы D1);

Усилитель дифференциальный (УД) предназначен для обеспечения высокого входного сопротивления вольтметра и для преобразования величины измеряемых сопротивлений в пропорциональное напряжение.

УД состоит из входного истокового повторителя, собранного по балансной схеме на полевых транзисторах V1 и V4 типа 2П303Б, подобранных в пару, и двух дифференциальных усилителей в интегральном исполнении на микросхемах A1 и A2 типа 140УД1Б.

Переменный резистор R2 служит для балансировки входного истокового повторителя.

Смещение выходной характеристики микросхемы A1 «ВЫХОД Ω » на +1 В устанавливается резистором R20 и, при этом, коэффициент передачи со входа на «ВЫХОД Ω » равен 1.

Коэффициент передачи усилителя на микросхеме A2 выбран равным двум.

На транзисторе V10 типа 2Т201Б собран генератор тока, питающий стабилитрон V8 типа 2С191Т.

Схема защиты усилителя от перегрузок собрана на диодах V2, V3, V5, V6 и резисторах R6÷R10.

Генератор линейно возрастающего напряжения собран по схеме интегрирующего усилителя на микросхеме A3 типа 140УД1Б с прерывателем на транзисторе V11 типа 2Т201Д (интегратор Мюллера). В цепи обратной связи включен конденсатор C1, расположенный в базовом блоке емкостью 0,2 мкФ. До момента прихода импульса сброса (с частотой 1000 Гц) происходит линейный заряд конденсатора (прямой ход «пилы») по цепи: резистор R36 — усилитель A3 — конденсатор C1. Импульс сброса открывает транзистор V11 и происходит разряд конденсатора (обратный ход «пилы»). Линейность заряда конденсатора зависит от коэффициента усиления микросхемы A3.

Скорость заряда конденсатора C1 регулируется потенциометром, который включен в цепь заряда. Ось потенциометра выведена на переднюю панель и обозначена символом «» (калибровка).

Сигнальный компаратор собран на микросхеме A4 типа 140УД1Б, половине микросхемы D1 типа 133ЛА3 и представляет собой дифференциальный усилитель, у которого на первый вход (10) подается измеряемое напряжение, на второй вход (9) — пилообразное. В момент равенства напряжений на выходе микросхемы D1 формируется перепад напряжения с крутым фронтом.

Нулевой компаратор собран на микросхемах A5 типа 140УД1Б и половине микросхемы D1 типа 133ЛА3 по принципу сигнального. В нулевом компараторе происходит сравнение пилообразного напряжения с нулевым потенциалом. В момент равенства напряжений на выходе микросхемы D1 формируется перепад напряжения.

5. 2. 3. Автоматика (атд2.070.000).

Блок автоматики содержит:

- схему синхронизации;
- распределитель.

Схема синхронизации предназначена для управления работой прибора синхронно с частотой питающей сети и включает в себя:

- мультивибратор (V3, V6) с триггером повторителем (D11);
- схему синхронизации частоты мультивибратора с частотой сети (микросхемы D3, D5, D6, D9, D10, D12, транзистор V7);
- схему формирования импульсов цикла (D1, D2, D4, D7, D8), импульсов сброса (D12.4, D15.1, D2.4, V1), памяти (D15, V2).

Мультивибратор, собранный на транзисторах V3, V6 типа 2Т201Д, формирует импульсы с частотой 1000 Гц. Для улучшения фронтов импульсов применен триггер, включенный по схеме с отдельным запуском на микросхеме D11 типа 133ТБ1. Сформированные импульсы на выходе блока используются для синхронизации работы узлов прибора.

Для синхронизации мультивибратора с частотой сети применяется схема, состоящая из:

- делителя на 20 (D3 типа 133ТМ2, D5, D6, D9 типа 133ТБ1);
- триггера-формирователя импульсов с частотой сети (D10 типа 133ТБ1);

— фазового детектора, собранного на микросхеме D12 типа 133ЛА3;

— истокового повторителя на транзисторе V7 типа 2П303Б.

Работа схемы заключается в следующем. Импульсы с частотой следования 1000 Гц с выхода триггера повторения (микросхема D11) поступают на делитель с коэффициентом деления 20 и с его выхода — на входы логической схемы D12. На вторые входы (этой же схемы) поступают импульсы с частотой сети, сформированные триггером-формирователем D10. При появлении фазового сдвига между частотой сети и частотой выхода делителя на выходе логической схемы D12 появляются импульсы различной длительности, которые определяют постоянную составляющую напряжения на выходе фильтра нижних частот (C7, C8, R16, R17) и ток истокового повторителя, включенного в базовые цепи транзисторов V3, V6.

Изменение тока истокового повторителя вызывает изменение частоты мультивибратора.

Формирователь импульсов цикла одной из длительностей 1, 20, 100 мс с периодом повторения 0,1–5 с (время индикации) собран на двух триггерах D4, D7 типа 133ТВ1. Периодом следования импульсов цикла управляет хронизатор.

Распределитель предназначен для формирования импульсов управления анодными ключами индикаторных ламп и ключами опроса декад.

Схема содержит логическую схему формирования импульсов управления (микросхема D13 типа 133ЛА3).

Работа схемы происходит следующим образом. Выходные импульсы схемы синхронизации поступают на вход микросхемы D13, которая формирует четыре сдвинутых во времени импульсов опроса и управления стробоскопической системой индикации. Микросхема D14 формирует импульсы опроса декад.

5. 2. 4. Делитель декадный с памятью (атд2.208.000).

Делитель декадный с памятью содержит:

- генератор счетных импульсов;
- формирователь «пачек» счетных импульсов;
- декадный счетчик импульсов;
- триггера памяти;
- ключи опроса декад.

Генератор счетных импульсов собран на микросхеме D1 типа 133ЛА3.

Кварцевый резонатор, включенный между выходом инвертора D1.3 и входом инвертора D1.1 образует частотно-избирательную положительную обратную связь. Частота генерируемых

колебаний определяется собственной частотой кварцевого резонатора и равна 11,6 МГц.

Режим автоколебаний определяется выбором номиналов плеч резистивного делителя напряжения.

Выходной инвертор D1.2 увеличивает крутизну фронтов генерируемых импульсов.

Формирователь «пачек» собран на микросхеме D2 типа 133ЛА1 и представляет собой схему совпадения с четырьмя входами, на которые подаются:

- импульсы с выхода нулевого компаратора;
- импульсы с выхода сигнального компаратора;
- импульс цикла;
- счетные импульсы.

С выхода формирователя пачек счетные импульсы поступают на делитель частоты на 4, 8, 40 (микросхемы D3, D4 — 133ТВ1 и D7 — 133ИЕ2).

Декадный счетчик состоит из двух декадных делителей, выполненных на интегральных схемах D8, D11 типа 133ИЕ2.

Триггера памяти, выполненные на микросхемах D9, D12 типа 133ТМ5 «запоминают» состояние соответствующей пересчетной декады при подаче импульса «памяти». Схемы совпадения, выполненные на микросхемах D10, D13 типа 133ЛА8, выдают на выход информацию, снимаемую с триггеров памяти, во время действия импульса опроса.

5. 2. 5. Делитель декадный с памятью (атд2.208.001).

Схема предназначена для пересчета и запоминания информации. Конструктивно на этой же плате собран источник калибровочного напряжения (ИКН).

Делитель декадный с памятью содержит:

- декадный счетчик импульсов;
- триггера памяти;
- ключи опроса декад;
- ИКН.

Декадный счетчик состоит из двух декадных делителей. Один декадный делитель выполнен на интегральной схеме типа 133ИЕ2, а второй на четырех триггерах типа 133ТВ1. Схема электрическая функциональная второго делителя изображена на рис. 5.

Делитель работает как обычный двоично-десятичный счетчик импульсов с запрещающей обратной связью на второй триггер с четвертого. Последний триггер делителя импульсов сброса устанавливается в единичное состояние.

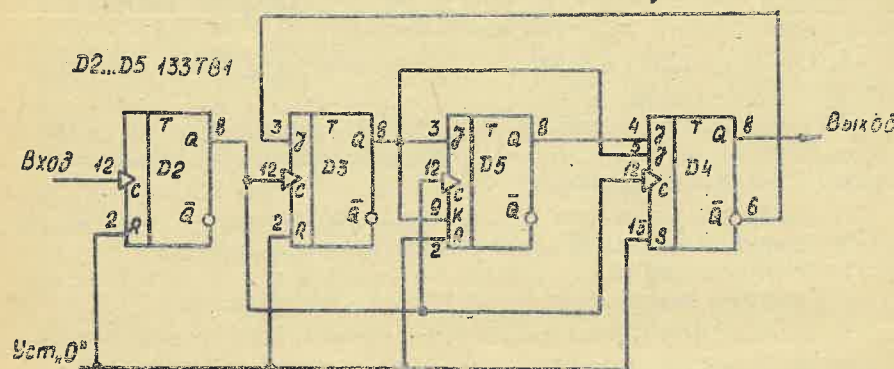


Рис. 5. Схема электрическая функциональная декадного делителя.

Триггера памяти, собранные на микросхемах D6, D7 типа 133ТМ5, «запоминают» состояние соответствующей пересчетной декады при подаче импульса «памяти». Схемы совпадения, выполненные на микросхемах D8, D9 типа 133ЛА8, выдают на вход информацию, снимаемую с триггеров памяти, во время действия импульса опроса.

Источник калибровочного напряжения (ИКН) имеет следующие технические характеристики:

- уровень напряжения — $9,1 \pm 0,5$ В;
- изменение напряжения за 2000 часов — не более ± 2 мВ;
- уровень пульсации и шумов — не более 500 мкВ;
- нестабильность напряжений от изменения напряжения питающей сети на $\pm 10\%$ — не более $\pm 0,005\%$.

При построении ИКН применена мостовая измерительная схема, состоящая из двух прецизионных стабилитронов V1, V4, двух транзисторов V2, V3 и трех резисторов R1...R3.

Работа схемы основана на том, что один из стабилитронов стабилизирует напряжение смещения базы одного из транзисторов, а коллекторный ток этого транзистора, работающего в режиме стабилизации тока, протекает через другой стабилитрон.

В качестве калибровочного напряжения используется напряжение стабилитрона V4 типа 2С191 Ф.

5. 2. 6. Блок индикации (атд2.746.000).

Блок индикации содержит:

- индикатор полярности и перегрузки;
- хронизатор;
- катодные дешифраторы;
- делитель напряжений $+200$ В, $+40$ В;
- четыре анодных ключа;
- четыре ключа включения знаков: перегрузки «II», «+»,

«—» и «~»;

- четыре индикаторных лампы типа ИН-14;
- индикаторные лампы типов: ИН-19А, ИН-19Б, ИН-19В.

Индикатор полярности и перегрузок предназначен для определения полярности измеряемого напряжения и режима перегрузки при измерениях.

Схема индикатора полярности содержит:

- определитель знака (D4, D5 типа 133ТВ1);
- триггер знака (D4 типа 133ТВ1);
- триггер памяти знака (D3.1 типа 133ТМ2);
- ключи знака (V1, V2 типа 2Т203Б);

Схема определителя перегрузки содержит:

- определитель перегрузки (D4, D5 типа 133ТВ1);
- триггер памяти перегрузки (D3.2 типа 133ТМ2).

Работа определителя знака происходит следующим образом. До начала измерения триггер знака находится в положении, соответствующему знаку «минус». При поступлении импульса переполнения с выхода счетного блока триггер знака (D4) перебрасывается в положение, соответствующее индикации знака «+». При появлении следующего импульса положение триггера знака только подтверждается.

При установке нуля с отрицательным перевесом или при измерении напряжения с отрицательным потенциалом счетчик не переполняется, триггер знака находится в положении, при котором индицируется «—».

Хронизатор, представляющий собой мультивибратор, собранный на транзисторах V3 типа 2Т301Е и V5 типа 2Т203Б, вырабатывает импульсы с периодом следования $0,1 \div 5$ с, предназначенные для управления работой схемы формирования импульса цикла.

Для согласования выхода мультивибратора с другими схемами применен усилитель импульсов на транзисторе V6 типа 2Т201Д.

Анодные ключи предназначены для подачи напряжения питания на аноды индикаторных ламп типа ИН-14 в определенные промежутки времени.

Схема содержит четыре идентичных ключевых каскада на транзисторах V1...V4 типа ПЗ08 (атд3.607.000).

Катодные дешифраторы выполнены на микросхемах 13ЗИД1. Они предназначены для преобразования сигналов, поступающих с делителей в двоично-десятичном коде 8—4—2—1 в сигналы десятичного кода. Сигналы с выходов дешифраторов поступают на катоды индикаторных ламп.

5. 2. 7. Преобразователь напряжения ВЧ (атд2.245.000).

Высокочастотный преобразователь предназначен для преобразования синусоидального напряжения высокой частоты.

Напряжение до 1,2 В и частотой 0,1—50 МГц подается непосредственно на вход преобразователя, свыше 1,2 В до 10 В и частотой 20 кГц—30 МГц — через частотно-компенсированный делитель 1 : 10.

Преобразователь представляет собой амплитудный детектор, построенный по методу взаимобратных преобразований.

Для увеличения входного сопротивления преобразователя на его входе применен истоковый повторитель на полевом транзисторе V1 типа 2П303Д. С выхода истокового повторителя исследуемый сигнал поступает на двухкаскадный усилитель с отрицательной обратной связью на разнополярных транзисторах V2 типа 2Т316Б и V3 типа 2Т326Б. Этот каскад обеспечивает усиление сигнала в 1÷1,5 раза. Конденсаторы С2, С5 служат для высокочастотной коррекции усилителя.

С выхода усилителя измеряемое напряжение подается на эмиттерный повторитель, собранный на транзисторе V4 типа 2Т316Б, в эмиттер которого включена разделительная нагрузка на резисторах R9, R10.

Далее сигнал с выхода эмиттерного повторителя через разделительный конденсатор С7 поступает на пиковый детектор. Такой же детектор имеется в цепи обратной связи. В данной схеме передаточная характеристика детектора обратной связи взаимобратна передаточной характеристике входного детектора.

Благодаря близким вольтамперным характеристикам диодов диодной сборки V5 типа 2ДС523А и большому коэффициенту усиления усилителя А1 типа 544УД1Б, связь между входным и выходным сигналами линейна. Для осуществления отрицательной обратной связи по переменному току на транзисторе V9 типа 2П301Б собран модулятор, преобразующий постоянное выходное напряжение в последовательность прямоугольных импульсов с частотой следования около 80 кГц. Для приближения формы прямоугольных импульсов к синусоидальной они подаются на Т-образный фильтр НЧ, собранный на резисторах

R17, R18 и конденсаторе С13, а затем поступают на интегратор, выполненный на операционном усилителе А2 типа 153УД2. Коэффициент передачи интегрирующего звена равен 1. Нежелательная наводка модулятора на усилитель А1 устраняется интегрирующими конденсаторами С10, С11. Диод V8 типа 2Д503Б служит для исключения триггерного эффекта, который возможен при включении схемы и при низких уровнях входных напряжений. Диоды V6, V7 типа 2Д503Б и резистор R15 исключают самонасыщение при $U_{вх}=0$.

Резистор R21 типа СП5-2 служит для калибровки преобразователя.

5. 2. 8. Блок питания (атд2.087.000).

В блоке питания размещены выпрямители, сглаживающие фильтры и стабилизаторы, обеспечивающие необходимыми напряжениями схему прибора.

Технические характеристики источников питания приведены в таблице 3.

Таблица 3

Номинальное напряжение источника, В	Ток нагрузки, А	Величина пульсации (двойная амплитуда), не более, В	Нестабильность при изменении сети на 10%, не более, %	Примечание
Минус 12,6	$0,2 \pm 0,01$	0,01	$\pm 0,01$	Стабилизированный
+ 12,6	$0,2 \pm 0,01$	0,01	$\pm 0,01$	„
+ 5	$0,7 \pm 0,015$	0,05	$\pm 0,01$	„
+ 200 ± 10	$0,02 \pm 0,001$	2,5		Не стабилизированный
+ 50	0,02			„

Питание блока может осуществляться от сети переменного тока напряжением 220 В, частотой 50 Гц или от сети напряжением 115 В, 220 В частотой 400 Гц.

Элементы, входящие в блок питания, изображены на схеме электрической принципиальной (атд2.087.000 ЭЗ).

Напряжение питающей сети подается в блок через шнур питания предохранитель F, а затем через разъем Х9 поступает на тумблер «СЕТЬ», расположенный на лицевой панели вольтметра. При помощи тумблера осуществляется включение блока питания и всего вольтметра в целом. При установке его во

включенное положение напряжение питающей сети поступает на первичную обмотку трансформатора Т. Переключатель S1 «115 V—220 V» блока осуществляет переключение первичной обмотки в зависимости от величины напряжения питающей сети. Ко вторичным обмоткам трансформатора Т подсоединены источники питания.

Принцип построения всех стабилизированных источников идентичен: переменное напряжение, снимаемое с соответствующей обмотки трансформатора, выпрямляется, затем сглаживается емкостным фильтром и стабилизируется при помощи компенсационного стабилизатора напряжения с последовательно включенным регулирующим элементом.

Элементы выпрямителей, стабилизаторов размещены на двух печатных платах: стабилизатор атд3.233.000 и стабилизатор атд3.233.001. Вне плат находятся регулирующие элементы стабилизаторов (транзисторы V 5...V 7), фильтры источников +200 В (C1), +5 В (C2), минус 12,6 В (C3), +12,6 В (C4) и выпрямительные диоды V 1...V 4 источника +5 В.

Источник минус 12,6 В (стабилизатор атд3.233.001) питается от обмотки 10—11 трансформатора Т. Напряжение, снимаемое с этой обмотки, выпрямляется при помощи диодов V 1...V 4 (по мостовой схеме), сглаживается конденсатором C3 (расположенным вне платы) и поступает на вход компенсационного стабилизатора напряжения, регулирующей элемент которого включен последовательно с нагрузкой. В состав регулирующего элемента стабилизатора входят транзисторы V 6 (П216В), V 8, V 9, включенные по схеме составного транзистора. На транзисторе V 11 собран усилитель постоянного тока. Питание коллекторной цепи транзистора V 11 осуществляется с выхода выпрямителя через стабилизатор тока, в состав которого входит транзистор V 7, стабилитроны V 5, V 6, включенные в прямом направлении, резисторы R1 и R2. Источником опорного напряжения служит стабилитрон V 10. Для устранения самовозбуждения стабилизатора между коллектором и базой усилителя постоянного тока (V 11) включен конденсатор C1, а на выходе стабилизатора включен конденсатор C2.

Номинальная величина выходного напряжения стабилизатора выставляется при помощи переменного резистора R7.

Кроме питания соответствующих цепей вольтметра, источник минус 12,6 В осуществляет вспомогательную функцию: питая коллекторную цепь усилителя постоянного тока стабилизатора +12,6 В.

Источник +12,6 В собран по схеме, аналогичной источнику минус 12,6 В, за исключением того, что в схеме отсутствует стабилизатор тока для питания коллекторной цепи усилителя постоянного тока, собранного на транзисторе V 20.

Питание на стабилизатор подается от обмотки 12—13. Номинальная величина выходного напряжения выставляется при помощи резистора R14.

Источник +5 В (стабилизатор атд3.233.000) аналогичен по построению. Он получает питание от обмоток 8—9 трансформатора Т. Переменное напряжение выпрямляется с помощью мостовой схемы выпрямителя на диодах V 1...V 4 типа 2Д202 В. Регулирующими элементами являются: транзисторы V 5 (2Т903Б), V 14, V 15, собранные по схеме составного транзистора. Усилитель постоянного тока выполнен на транзисторе V 16. Источником опорного напряжения служит стабилитрон V 17.

Номинальная величина напряжения стабилизатора выставляется с помощью переменного резистора R12.

Источник +200 В (стабилизатор атд3.233.000) предназначен для питания индикаторных ламп блока индикации вольтметра.

Источник +200 В получает питание от обмотки 4—5 трансформатора Т. Переменное напряжение выпрямляется с помощью мостовой выпрямительной схемы на диодах V 1...V 4 типа Д237Б, сглаживается RC-фильтром R1, C1. Номинальная величина напряжения +200 В подбирается при помощи регулировочного резистора R1.

Источник +50 В (стабилизатор атд3.233.000) служит для питания ИКН.

Источник +50 В получает питание от обмотки 6—7 трансформатора Т. Переменное напряжение выпрямляется с помощью мостовой выпрямительной схемы на диодах V 5...V 8 типа 2Д102А, сглаживается RC-фильтром C1, R2, R3 и поступает на параметрическую схему стабилизации на трех стабилитронах V 9...V 11 типа Д814В.

В блоке питания размещен делитель частоты на 4, предназначенный для синхронизации работы схемы прибора с частотой питающей сети 400 Гц.

Переключатель S4, расположенный на задней панели блока питания, в зависимости от частоты питающей сети устанавливается в положение «50 Hz» или «400 Hz».

Блок питания соединяется с вольтметром при помощи разъемов X8, X9.

5. 3. Конструкция вольтметра

5. 3. 1. Вольтметр конструктивно состоит из следующих основных узлов:

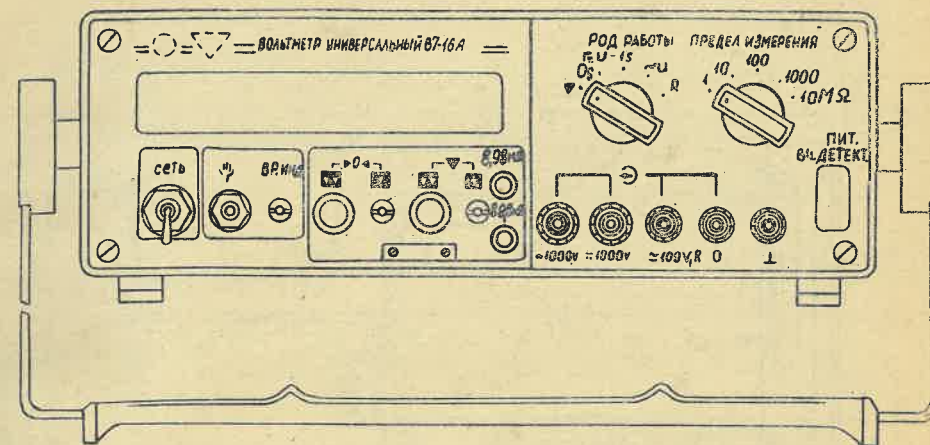
- а) корпуса;
- б) базового блока;
- в) блока питания;
- г) ВЧ — преобразователя.

5. 3. 2. Конструкция корпуса типовая. Размеры по передней раме и глубине $300 \times 100 \times 300$ мм. Конструкция корпуса представляет собой переднюю и заднюю литые несущие рамы из алюминиевых сплавов, соединенных между собой двумя стяжками из профильного алюминиевого проката. К рамам крепятся передняя и задняя панели прибора. Сверху и снизу каркас закрывается легкоъемочными П-образными крышками. Для поддержания необходимого теплового режима и обеспечения естественной вентиляции в крышках предусмотрены перфорированные отверстия.

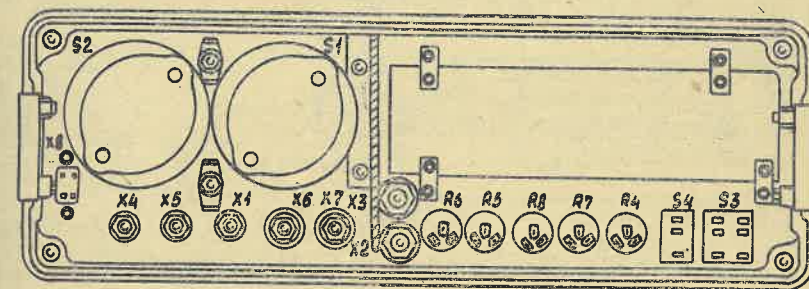
Корпус имеет П-образную ручку для переноса, которая крепится к боковым стяжкам с помощью специальных устройств — фиксаторов. Ручка одновременно служит подставкой для установки вольтметра под различным углом. Корпус имеет также 4 опорные ножки — амортизаторы, высота которых выбрана таким образом, чтобы не повредить внешние установочные элементы, расположенные на задней панели. Ручки управления на передней панели и ножки-подставки на задней увеличивают размер по глубине прибора до 360 мм.

5. 3. 3. На передней панели вольтметра (рис. 6) находятся органы управления с соответствующими надписями и смотровое стекло для отсчета показаний цифровых ламп, установленных на печатной плате за передней панелью. За передней панелью размещена Г-образная скоба, которая делит базовый блок на две неравные части. В меньшей, расположенной за переключателями, части, расположены друг над другом три горизонтальные платы: верхняя — преобразователь переменного напряжения в постоянное и делитель переменного напряжения, средняя — токозадающие резисторы, нижняя — делитель напряжения постоянного тока. Верхняя и нижняя платы откидываются наружу, чем обеспечивают доступ к средней неподвижной плате.

За смотровым окном устанавливается плата с разъемами для установки пяти печатных плат основной схемы. Печатные платы устанавливаются с помощью направляющих и прижимаются угольниками. Легкоъемные печатные платы обеспечивают доступ ко всем элементам и создают удобство при наладке и ремонте прибора (рис. 6).



а) передняя панель. Расположение органов управления.



б) расположение элементов на передней панели (вид со стороны монтажа).

Рис. 6. Передняя панель вольтметра.

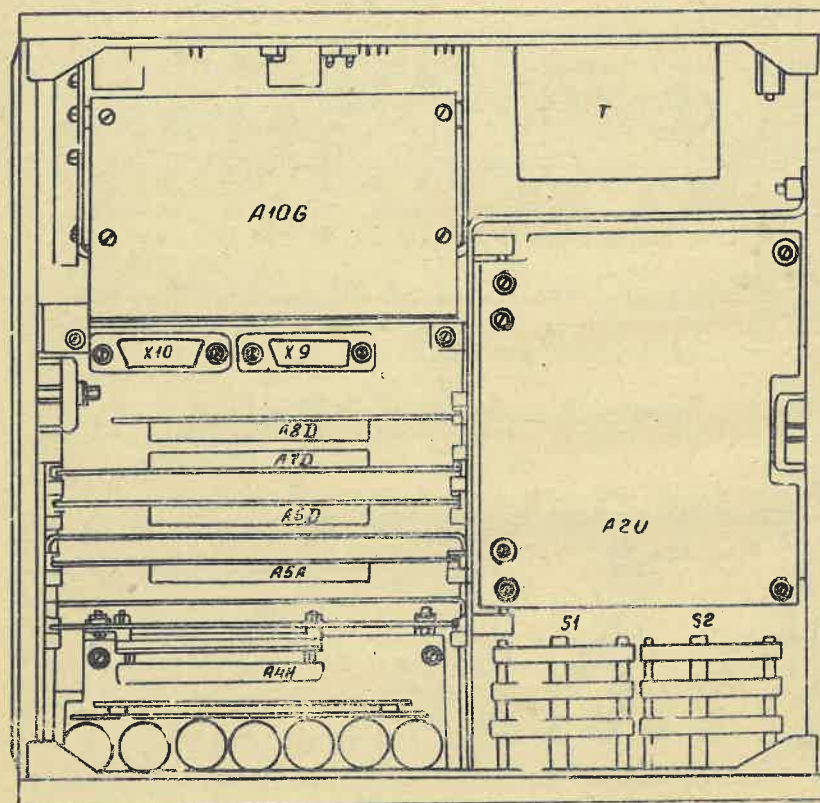
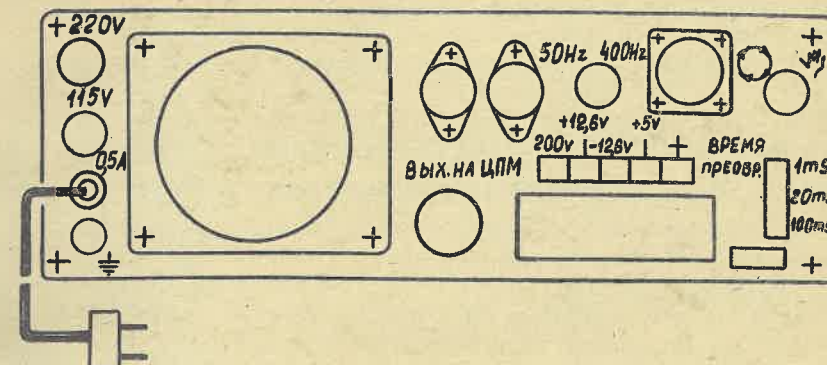
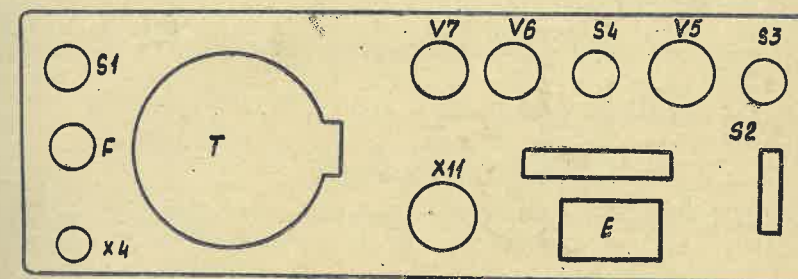


Рис. 6а. Расположение узлов внутри вольтметра (вид сверху).



а) расположение элементов на панели блока питания.



б) расположение элементов на панели блока питания (вид со стороны монтажа).

Рис. 7. Блок питания.

5. 3. 4. Блок питания (рис. 7) располагается в задней части прибора. Для удобства сборки, регулировки и ремонта блок сделан выдвижным. Выдвигается блок со стороны задней панели. Каркас блока питания образуют задняя панель и П-образная скоба.

На задней панели установлены силовой трансформатор, мощные транзисторы, контрольные гнезда, предохранитель, зажим защитного заземления, счетчик наработки времени прибора

и разъем «Выход на ЦПМ». Все элементы снабжены соответствующими надписями. Большая часть схемы блока питания собрана на двух печатных платах, которые крепятся к П-образной скобе. Между платами размещены конденсаторы фильтров и диоды источника +5 В.

5. 3. 5. ВЧ преобразователь выполнен в виде выносного щупа.

5. 3. 6. В вольтметре имеется возможность установки счетчика наработки времени типа ЭСВ-2,5-12,6/0.

6. МАРКИРОВАНИЕ И ПЛОМБИРОВАНИЕ

6. 1. Вольтметр на передней панели имеет маркировку наименования вольтметра, условного обозначения типа вольтметра, обозначение условного знака завода-изготовителя, знака Госреестра, знаков условного обозначения органов управления.

На задней панели — маркировка заводского порядкового номера и года изготовления, знаков условного обозначения переключателей и контрольных гнезд.

Все электрорадиоэлементы и составные части, устанавливаемые в вольтметре, имеют маркировку позиционных обозначений.

6. 2. Два винта на боковых стяжках вольтметра, с помощью которых крепятся крышки вольтметра, опломбированы мастикой с оттиском ОТК или представителя заказчика.

7. ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

7. 1. Приведение прибора в состояние готовности к эксплуатации

7. 1. 1. Прежде, чем начать работу с вольтметром, необходимо изучить техническое описание и инструкцию по эксплуатации и ознакомиться со схемой и конструкцией вольтметра.

7. 1. 2. Рабочее место, на котором будет эксплуатироваться вольтметр, должно иметь надежное защитное заземление. Перед включением необходимо соединить зажим для заземления корпуса вольтметра, расположенный на задней стенке и обозначенный символом «» с защитным заземлением рабочего места.

7. 1. 3. Перед включением вольтметра в сеть тумблер «СЕТЬ» должен находиться в выключенном (нижнем) положении. Перед включением вольтметра необходимо убедиться в правильности установки тумблеров переключения напряжения сети «115 В—220 В», переключения частоты сети «50 Hz—400 Hz» и предохранителя. Сменные предохранители находятся в ЗИП.

8. УКАЗАНИЯ МЕР БЕЗОПАСНОСТИ

Измерение напряжений постоянного и переменного токов до 1000 В могут проводить только лица, имеющие квалификацию не ниже IV группы.

При вышеуказанных измерениях необходимо соблюдать все правила безопасности для высоковольтных установок. Резиновые перчатки, боты и коврики должны быть проверены.

Для измерения напряжений свыше 100 В необходимо пользоваться высоковольтным проводом, входящим в состав прибора; при этом клеммы «» и «0» должны быть закорочены.

При измерении напряжений источников, один из потенциалов которых заземлен, следует обращать внимание на правильность соблюдения полярности при подключении ко входу вольтметра.

Запрещается проводить измерения напряжения источников, у которых неизвестен заземленный потенциал.

Перед включением вольтметра в сеть корпус его должен быть надежно заземлен путем соединения зажима «» с защитным заземлением рабочего места.

При ремонте вольтметра необходимо соблюдать следующие меры предосторожности:

а) перед тем, как вставить вольтметр или вынуть из вольтметра какую-либо плату, следует отключить вольтметр от питающей сети;

б) при включенном вольтметре остерегаться соприкосновений с токоведущими шинами и элементами вольтметра, особенно в блоке питания, и узлах блока индикации, так как имеющиеся в них высокие напряжения (+200 В) являются опасными для жизни.

9. ПОДГОТОВКА К РАБОТЕ

9. 1. Расположение органов управления

9. 1. 1. Все основные органы управления и присоединения расположены на передней панели вольтметра. Вспомогательные органы управления и присоединения вынесены на заднюю стенку. Назначение органов управления и присоединения разъясняют надписи и графические символы, помещенные возле них.

На передней панели расположены следующие основные органы управления:

— переключатель «ПРЕДЕЛ ИЗМЕРЕНИЯ», которым производится выбор предела измерения напряжения постоянного, переменного токов и активного сопротивления;

— переключатель «РОД РАБОТЫ», который обеспечивает взаимное соединение блоков и узлов приборов при различных измерениях;

— гнездо « $\ominus \approx 100 \text{ VR}$ » используется при измерении напряжений до 100 В и активных сопротивлений;

— гнезда « $\approx 1000 \text{ V}$ », « $\sim 1000 \text{ V}$ » используются при измерениях напряжений от 100 В до 1000 В;

— потенциометр «ВР. ИНД.» используется для регулировки периода автоматического запуска;

— кнопка « ⏏ » (ручной пуск) служит для ручного запуска вольтметра;

— гнезда «89,8 к Ω , 8,98 М Ω » (контроль выхода эталонных сопротивлений) используются для калибровки вольтметра при измерении активных сопротивлений;

— потенциометры « ∇ » (калибровка) и « $\circ \leftarrow$ » (установка нуля), выведенные под шлиц ⏏ , и с ручкой ⏏ служат для калибровки и установки нуля вольтметра. Аналогичная маркировка органов установки нуля и калибровки нанесена на ВЧ преобразователе;

— тумблер «СЕТЬ» служит для включения и выключения прибора;

— зажим «0» — общий провод при измерениях;

— зажим « $\perp$ », соединенный с корпусом вольтметра, используется для заземления вольтметра;

— гнездо «ПИТ. ВЧ ДЕТЕКТ» служит для соединения с вилкой высокочастотного преобразователя.

На задней панели:

— переключатель «ВР. ПРЕОБРАЗ.» позволяет выбирать время преобразования 1, 20 или 100 мс;

— разъем «Выход на ЦПМ» служит для подключения к вольтметру цифropечатающей машины. Контакты 21, 22 используются при внешнем запуске вольтметра;

— тумблер « ⏏ » (автоматический, внешний, ручной запуск) служит для переключения режима запуска.

9. 2. Подготовка вольтметра к работе.

9. 2. 1. Подготовить вольтметр согласно п. 7.

9. 2. 2. Установить тумблер «СЕТЬ» в верхнее положение.

При включении вольтметра должны индицироваться:

— один из знаков «+», «—», « $\sim$ »;

— один из символов «mV», «V», « Ω », «к Ω », «П», «М Ω »;

— четырех- или трехразрядное число индикаторного табло.

9. 2. 3. Прогреть вольтметр в течение 1 часа.

9. 2. 4. При работе вольтметра в странах с тропическим климатом рекомендуется его эксплуатация в помещениях с кондиционированием воздуха.

В случае эксплуатации вольтметра при повышенной влажности и во влажном тропическом климате в обычных комнатных условиях без кондиционирования воздуха необходимо предварительно включить вольтметр на время не менее двух часов с целью его прогрева.

9. 2. 5. Установить тумблер « ⏏ » в положение « ⏏ ».

9. 2. 6. Установить потенциометр «ВР. ИНД.» в положение, обеспечивающее удобное время индикации.

9. 2. 7. Установить переключатель «ВР. ПРЕОБРАЗ.» в положение «20 mS» или «100 mS». При этом должны гореть 4 цифровые лампы индикаторного табло.

При установке переключателя «ВР. ПРЕОБРАЗ.» в положение «1 mS» на индикаторном табло должны гореть 3 индикаторных лампы.

9. 2. 8. Установить переключатель «РОД РАБОТЫ» в положение «U-1 S», а переключатель «ПРЕДЕЛ ИЗМЕРЕНИЯ» — в положение «1». Закоротить вход « $\ominus \approx 100 \text{ VR}$ » и ручкой « $\circ \leftarrow$ » установить на индикаторном табло показания «0000» с равновесным изменением знака полярности.

Примечание. Допускается установка показаний «+0000» или «—0000» как с изменением, так и без изменения знака полярности на противоположный. При установке нуля с преобладанием одного из знака полярности возможно появление на цифровом табло показание «0001».

Установить переключатель «РОД РАБОТЫ» в положение « ∇ » и ручкой « $\nabla \text{⏏}$ » (установка калибровки) установить на индикаторном табло показание, равное значению, указанному на шильдике вольтметра.

Примечание. Допускается установка на индикаторном табло показания, отличающегося от указанного на шильдике вольтметра на ± 1 знак младшего разряда.

9. 2. 9. В случае невозможности осуществления установки нуля, установку нуля необходимо производить в следующей последовательности:

- установить ручку « $\circ$ $\blacktriangleleft$ $\blacksquare$ » в среднее положение;
- установить ручку « $\blacktriangledown$ $\blacksquare$ » в среднее положение;
- установить переключатель «РОД РАБОТЫ» в положение «U-1 S», а переключатель «ПРЕДЕЛ ИЗМЕРЕНИЯ» — в положение «1». Закоротить вход « $\oplus \approx 100 \text{ VR}$ » с клеммой «0»;
- потенциометр « $\blacktriangledown$ $\blacksquare$ » установить в крайнее положение, вращая его по часовой стрелке до упора;
- потенциометр « $\circ$ $\blacktriangleleft$ $\blacksquare$ » установить в крайнее положение, вращая его против часовой стрелки до упора, при этом на индикаторном табло индицируется четырехзначное показание со знаком «минус» (около -6000 ± 1000);
- вращая потенциометр « $\circ$ $\blacktriangleleft$ $\blacksquare$ » по часовой стрелке, установить на индикаторном табло показание «0000».

Примечания. 1. Рекомендуется соблюдать плавность вращения, начиная с показаний «-0050», с тем, чтобы не пропустить показания «0000».

2. Не следует особо тщательно выставлять показание «0» в младшем разряде именно потенциометром « $\circ$ $\blacktriangleleft$ $\blacksquare$ », при необходимости это можно сделать ручкой « $\circ$ $\blacktriangleleft$ $\blacksquare$ », для чего она заранее была выставлена в среднее положение.

— установить переключатель «РОД РАБОТЫ» в положение « $\blacktriangledown$ »;

— вращая потенциометр « $\blacktriangledown$ $\blacksquare$ » против часовой стрелки, установить на индикаторном табло показание, равное значению, указанному на шильдике вольтметра.

Примечание. Не следует особо тщательно выставлять показание младшего разряда именно потенциометром « $\blacktriangledown$ $\blacksquare$ »; при необходимости это можно сделать ручкой « $\blacktriangledown$ $\blacksquare$ », для чего она заранее была выставлена в среднее положение.

9. 2. 10. Установить переключатель «ПРЕДЕЛ ИЗМЕРЕНИЯ» в положение «100».

9. 2. 11. Установить переключатель «РОД РАБОТЫ» в положение «R» и органами регулировки нуля установить нулевое показание вольтметра.

9. 2. 12. Соединить между собой гнезда « $\oplus \approx 100 \text{ VR}$ » и «89,8 к Ω ». Регулировочными органами калибровки установить показание величины сопротивления на индикаторном табло, равное 89,80 кОм.

9. 2. 13. Установить переключатель «ПРЕДЕЛ ИЗМЕРЕНИЯ» в положение «10 М Ω » и закоротить вход « $\oplus \approx 100 \text{ VR}$ ». Регулировочными органами установки нуля установить нулевые показания индикаторного табло.

9. 2. 14. Соединить между собой гнезда « $\oplus \approx 100 \text{ VR}$ » и «8,98 М Ω ». С помощью органов калибровки установить показание величины сопротивления на индикаторном табло, равное 8,980 МОм.

9. 2. 15. Следует помнить, что при большом уровне индустриальных помех в сети работоспособность вольтметра может нарушаться, что проявляется в виде сбоя при индикации показаний на индикаторном табло.

Рекомендуется в этом случае применять со стороны питающей сети дополнительные электрические фильтры или другие заграждающие устройства, так как примененная в приборе помехозащита не всегда в состоянии предотвратить проникновение помех в измерительный тракт вольтметра.

9. 1. 16. Выключение прибора производится тумблером «СЕТЬ». Положение всех остальных органов управления произвольное.

9. 2. 17. Для подготовки вольтметра при измерениях с высокочастотным преобразователем необходимо:

— подключить вилку питания преобразователя к гнезду «ПИТ. ВЧ ДЕТЕКТ»;

— включить и подготовить прибор согласно вышеизложенной методике п.п. 9. 2. 1...9. 2. 9;

— установить переключатель «РОД РАБОТЫ» в положение «U-1 S», переключатель «ПРЕДЕЛ ИЗМЕРЕНИЯ» — в положение «1»;

— вставить высокочастотный преобразователь, соблюдая полярность, в клеммы « $\oplus \approx 100 \text{ VR}$ » и «0»;

— закоротить вход преобразователя. Вращая ось потенциометра, обозначенного знаком « $\bullet \bigcirc \blacktriangleleft$ », по часовой стрелке, добиться положительных показаний вольтметра ($50 \div 100$ мВ). Медленно вращая ось этого же потенциометра против часовой стрелки, добиться показаний вольтметра «0000». Операция установки нуля считается законченной.

10. ПОРЯДОК РАБОТЫ

10. 1. Подготовка к проведению измерений

При измерении напряжений постоянного и переменного тока, а также сопротивлений, соединить перемычкой клеммы «0» и « $\perp$ », а корпус вольтметра (клемма « $\perp$ ») соединить с корпусом источника измеряемых напряжений и подключить к сети защитного заземления.

При измерении напряжения постоянного тока незаземленных источников клеммы «0» и « $\perp$ » должны быть разомкнуты (перемычка снята), а клемма « $\perp$ » должна быть заземлена. При этом следует помнить, что максимальное напряжение между клеммами «0» и « $\perp$ » не должно превышать 500 В.

Измерение напряжений и сопротивлений, величина которых превышает предел, сопряжено с риском грубой ошибки, т. к. шкала вольтметра сохраняет линейность при обеих полярностях только в определенном интервале, определяемом пределом измерений вольтметра, плюс 20% значения предела. Измерение напряжений и сопротивлений, величина которых превышает значение выбранного предела измерений (в допустимых пределах), производить в режиме перегрузки (при зажигании символа «П»).

10. 2. Измерение напряжения постоянного тока

10. 2. 1. Подготовить вольтметр согласно п. п. 9. 2. 1—9. 2. 9.

10. 2. 2. Установить переключатель «ПРЕДЕЛ ИЗМЕРЕНИЯ» в положение, соответствующее величине измеряемого напряжения.

Примечание. Если величина измеряемого напряжения неизвестна, переключатель «ПРЕДЕЛ ИЗМЕРЕНИЯ» поставить на максимальный предел измерения.

10. 2. 3. Перевести переключатель «РОД РАБОТЫ» в положение «U-0 S».

Примечание. При необходимости ослабить помехи, поступающие на вход вольтметра, переключатель «РОД РАБОТЫ» установить в положение «U-1 S». При этом увеличивается время измерения до 5 с.

10. 2. 4. Подать измеряемое напряжение величиной до 100 В на гнездо « $\oplus \approx 100$ VR», величиной выше 100 В до 1000 В — на гнездо « $\oplus \approx 1000$ V», используя высоковольтный кабель.

Примечание. При появлении сигнала «П» на индикаторном табло переключатель «ПРЕДЕЛ ИЗМЕРЕНИЯ» установить в положение высшего предела измерения.

10. 2. 5. Произвести отсчет показаний и рассчитать погрешность измерения.

10. 2. 6. При измерениях потенциометр «ВР. ИНД.», тумблер « $\bigcirc \blacktriangledown$ » установить в удобное для работы положение.

10. 3. Измерение напряжения переменного тока частотой 20 Гц÷100 кГц

10. 3. 1. Подготовить вольтметр согласно п. п. 9. 2. 1—9. 2. 9.

10. 3. 2. Установить переключатель «ПРЕДЕЛ ИЗМЕРЕНИЯ» в положение, соответствующее величине измеряемого напряжения.

Примечание. Если величина измеряемого напряжения неизвестна, то переключатель «ПРЕДЕЛ ИЗМЕРЕНИЯ» установить в положение, соответствующее максимальному пределу измерения.

10. 3. 3. Установить переключатель «РОД РАБОТЫ» в положение «U ~», соответствующее частоте измеряемого напряжения 20 Гц÷100 кГц.

10. 3. 4. Подать измеряемое напряжение величиной до 100 В на гнездо « $\oplus \approx 100$ VR», величиной выше 100 В до 1000 В — на гнездо « $\oplus \sim 1000$ V».

10. 3. 5. Установить потенциометр «ВР. ИНД.» в положение, обеспечивающее удобное время индикации.

При ручном пуске тумблер « $\bigcirc \blacktriangledown$ » перевести в положение « $\blacktriangledown$ » и осуществлять измерение нажатием кнопки « $\blacktriangledown$ ». Отсчет показаний производится не менее, чем через 10 с.

10. 3. 6. Для измерения переменного напряжения частотой 20 кГц ÷ 50 МГц необходимо:

— подготовить к работе вольтметр с высокочастотным преобразователем согласно п. п. 9. 2. 1—9. 2. 9, 9. 2. 17;

— подать измеряемое напряжение величиной до 1,2 В прямо на вход высокочастотного преобразователя, а напряжение свыше 1,2 В до 10 В — через частотно-компенсированный делитель.

Примечание. Для подсоединения делителя ко входу преобразователя необходимо открутить пластмассовый колпачок преобразователя и, соблюдая осторожность, закрутить делитель 1:10; имеющийся в ЗИПе.

10. 3. 7. Произвести отсчет показаний и рассчитать погрешность измерения.

Примечание. При определении результатов измерений высокочастотного напряжения с применением делителя 1:10 показания индикаторного табло необходимо умножить на 10.

10. 4. Измерение активного сопротивления

10. 4. 1. Подготовить вольтметр к работе по п. п. 9. 2. 1—9. 2. 12.

10. 4. 2. Установить потенциометр «ВР. ИНД.» в положение, обеспечивающее удобное время индикации.

10. 4. 3. Поставить переключатель «ПРЕДЕЛ ИЗМЕРЕНИЯ» в положение, соответствующее величине измеряемого сопротивления.

Примечание. Если измеряемое сопротивление больше 1000 кОм, необходимо произвести калибровку согласно п. п. 9. 2. 13, 9. 2. 14.

10. 4. 4. Измеряемое сопротивление подключить к гнезду « $\oplus \approx 100 \text{ VR}$ ».

10. 4. 5. Произвести отсчет показаний и рассчитать погрешность измерения. Отсчет показаний производить не менее, чем через 10 с.

10. 5. Работа вольтметра в режиме выдачи уровней напряжений, характеризующих результат измерений

10. 5. 1. При необходимости регистрации результатов измерений на цифropечать необходимо подключить цифropечатающее устройство к разъему «Выход на ЦПМ», при этом на контактах 16—13 разъема выдается кодированный сигнал четвертой (младшей) декады (атд2.208.000 ЭЗ); на контактах 12—9—третьей декады (атд2.208.000 ЭЗ); на контактах 8—5—второй декады (атд2.208.001 ЭЗ); на контактах 4—1—первой (старшей) декады (атд2.208.001 ЭЗ).

На контакте 18 разъема выдается потенциальный сигнал амплитудой не менее +2,4 В, соответствующий индикации знака «П» на индикаторном табло. На контакте 19 разъема выдается потенциальный сигнал амплитудой не менее +4,0 В, соответствующий индикации знака «+» индикаторного табло. На контакте 20 разъема выдается сигнал «ВР. ПРЕОБРАЗ.» длительностью 100 мс при положении «100 mS» переключателя «ВР. ПРЕОБРАЗ.», 20 мс при положении «20 mS» переключателя «ВР. ПРЕОБРАЗ.», 1 мс при положении «1 mS» переключателя «ВР. ПРЕОБРАЗ.».

10. 5. 2. При измерении значений активных сопротивлений, напряжений переменного тока и постоянного тока положительной полярности, вызывающих на индикаторном табло вольтметра показания в десятичном отображении, на разъеме «Выход на ЦПМ» выдается информация в двоичном коде, соответствующая таблице 4.

Таблица 4

Показания индикаторного табло	Номер контакта разъема «Выход на ЦПМ»															
	4	3	2	1	8	7	6	5	12	11	10	9	16	15	14	13
0000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0001	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0002	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0004	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0008	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0010	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0020	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0040	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0080	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
0200	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
0400	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
0800	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
1000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
2000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
4000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
8000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0

Примечание. В графе «Номер контакта разъема «Выход на ЦПМ» цифрой «1» обозначена логическая единица, соответствующая напряжению не менее +2,4 В, цифрой «0» обозначен логический нуль, соответствующий напряжению не более +0,3 В на нагрузке не менее 10 кОм.

10. 5. 3. При измерении значений напряжений постоянного тока отрицательной полярности, вызывающих на индикаторном табло прибора показания в десятичном отображении, на разъеме «Выход на ЦПМ» выдается информация в двоичном коде, соответствующая таблице 5.

Таблица 5

Показания индикаторного табло	Номер контакта разъема «Выход на ЦПМ»															
	4	3	2	1	8	7	6	5	12	11	10	9	16	15	14	13
0000	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1
0001	1	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1
0002	0	1	1	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1
0004	0	1	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1
0008	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1
0010	1	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	1
0020	1	0	0	1	0	1	1	1	1	0	0	1	1	0	0	1
0040	1	0	0	1	0	1	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1
0080	1	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1
0100	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	1
0200	1	0	0	1	1	0	0	1	0	1	1	1	1	0	0	1
0400	1	0	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	1	0	0	1
0800	1	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1
1000	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0
2000	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	0	1	1	1
4000	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1
8000	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	1

Примечание. В графе «Номер контакта разъема «Выход на ЦПМ» цифрой «1» обозначена логическая единица, соответствующая напряжению не менее +2,4 В, цифрой «0» обозначен логический нуль, соответствующий напряжению не более +0,3 В на нагрузке не менее 10 кОм.

11. РЕГУЛИРОВАНИЕ И НАСТРОЙКА

11. 1. Настройка усилителя дифференциального

11. 1. 1. Для настройки входного усилителя нужно поднять один конец резистора R14 со стороны микросхемы A1 (от пятой точки) и соединить на корпус (полевые транзисторы V1, V4 предварительно выпаяны).

11. 1. 2. Соединить «Исток» V1 и «Исток» V4 перемычкой на корпус.

11. 1. 3. Вольтметром В7-16 замерить напряжение в средней точке резистора R20 и, вращая ось, выставить напряжение — 2,000 В. Затем замерить напряжение в точке X5 и выставить потенциометром R22 напряжение, равное 1 В; снова проверить напряжение в средней точке потенциометра R20.

11. 1. 4. Замерить напряжение в контрольной точке X6; оно должно быть примерно равно «0000» В.

11. 1. 5. Замерить напряжение в контрольной точке X2 и запомнить, затем в точке X3. Потенциометром R2 выставить напряжение в X3, равное напряжению X2. Выключить вольтметр.

11. 1. 6. Снять все перемычки, запаять на место резистор R14 и полевые транзисторы 2П303Б (В), подобранные в пары с разбросом напряжения между истоком и затвором до 10 мВ.

Примечание. Подбор пар полевых транзисторов 2П303Б (В) производится согласно методике, приведенной в приложении 6. При запайке полевых транзисторов паяльник должен быть заземлен.

11. 1. 7. Закоротить вход усилителя и включить вольтметр.

11. 1. 8. Вольтметром В7-16 замерить напряжение в точке X5 и потенциометром R2 выставить напряжение «0000» В. Затем в точке X4 с помощью потенциометра R20 выставить напряжение, равное $\pm 1,000$ В. После этого в точке X5 снова подрегулировать «0000» В и так методом приближения (2—3 раза) до тех пор, пока в X5 не будет напряжения «0000» В, а в точке X4 +1,000 В.

11. 1. 9. Замерить напряжение в контрольной точке X6, оно должно быть примерно равно +2,000 В и немного больше — до +8 единиц (+2,008 В).

11. 1. 10. Выключить вольтметр, убрать перемычку со входа и запаять входной кабель. Включить вольтметр.

11. 1. 11. Переключатель «РОД РАБОТЫ» установить в положение «U-1 S» и закоротить вход « $\oplus \approx 100 VR$ », переключатель «ПРЕДЕЛ ИЗМЕРЕНИЯ» — в положение «1». Ручки потенциометров « $\circ \cdot \blacksquare$ » и « $\blacktriangledown \blacksquare$ » установить в среднее положение, ось потенциометра « $\circ \cdot \blacksquare$ » повернуть до упора против часовой стрелки, « $\blacktriangledown \blacksquare$ » — до упора по часовой стрелке. Потенциометром « $\circ \cdot \blacksquare$ » выставить на табло «0000». Проверить напряжение в точке X5, оно должно быть равно «0000» В, а в точке X4 — +1,000 В. При необходимости подрегулировать потенциометрами R2, R20.

11. 1. 12. Измерить напряжение в точке X6 равное +4 В при подаче на вход прибора напряжения +1 В (при условии, что в точке X5 точно выставлено «0000», а в X4 — плюс 1,000 В).

11. 1. 13. Переключатель «РОД РАБОТЫ» установить в положение «R». Осциллографом С1-67 проверить на выходах 2, 12, 6, 8 А1 и А2 отсутствие генерации (возбуждения). При наличии такого в одной из микросхем, подобрать соответственно емкость конденсатора С4 или С7 в пределах 470—1000 пФ (поставить 820 пФ). При отсутствии генерации проверить калибровку «89,8 кΩ», «8,98 МΩ» и установку «0000».

На этом настройка входного усилителя закончена.

11. 2. Коррекция смещения нуля компараторов

11. 2. 1. Переключатель «РОД РАБОТЫ» установить в положение «▼», поворотом ручки «▼ ▢» против часовой стрелки до упора установить максимальное значение цифр на индикаторном табло.

11. 2. 2. Переключатель «РОД РАБОТЫ» установить в положение «U-1 S», переключатель «ПРЕДЕЛ ИЗМЕРЕНИЯ» — в положение «1» и закоротить вход «⊕ ≈ 100 VR» с «0». Органами установки нуля установить показание, равное «0000» В; при этом поочередно может подсвечивать знак «+» или «-».

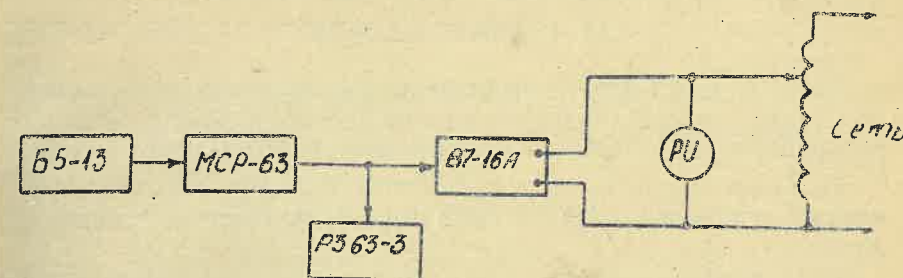
11. 2. 3. Потенциометр «▼ ▢» повернуть по часовой стрелке приблизительно на 2/3 оборота, при этом на табло может появиться двух или трехзначное число; с помощью резистора R41 (атд2.032.001 Э3) установить показание «0000».

11. 2. 4. Ось резистора «▼ ▢», выведенную под шлиц, повернуть против часовой стрелки до упора; при этом на цифровом табло должны появиться цифры младших разрядов; ось резистора «○ ▢», выведенной под шлиц, установить показание «0000».

11. 2. 5. Повторить операции, описанные в подпунктах 11. 2. 3, 11. 2. 4 несколько раз до тех пор, пока не устранится зависимость установки нуля от положения резистора калибровки «▼ ▢».

11. 3. Регулировка делителя напряжения постоянного тока 1 : 10

11. 3. 1. Собрать структурную схему рис. 8.



PU — вольтметр Э515/3.

Рис. 8. Схема электрическая структурная регулировки делителя 1 : 10.

11. 3. 2. Тумблер «○ ▢» (регулируемого вольтметра) установить в положение «○».

11. 3. 3. Переключатель «ПРЕДЕЛ ИЗМЕРЕНИЯ» установить в положение «1».

11. 3. 4. Переключатель «РОД РАБОТЫ» установить в положение «U-1 S» и закоротить вход «⊕ ≈ 100 VR» с клеммой «0».

11. 3. 5. Органами установки нуля установить напряжение, соответствующее границе перехода показаний «-0000» и «+0000».

11. 3. 6. Подать на вход регулируемого вольтметра и потенциометра P363-3 от источника Б5-13 напряжение порядка 900,0 ÷ 1000,0 мВ.

11. 3. 7. Потенциометром P363-3 произвести измерение поданного напряжения с точностью до 0,01 мВ.

11. 3. 8. Ручкой калибровки установить на индикаторном табло показание, соответствующее границе перехода напряжения, измеренного потенциометром P363-3 (с округлением до десятых долей мВ) и соседнего с ним, меньшего на единицу счета.

11. 3. 9. Установить переключатель «РОД РАБОТЫ» в положение «▼».

11. 3. 10. Резистором R5 (атд2.727.000) установить на индикаторном табло величину напряжения, соответствующего границе перехода показания напряжения ИКН, указанного в паспорте, и соседнего с ним, меньшего на единицу счета.

12. ХАРАКТЕРНЫЕ НЕИСПРАВНОСТИ И МЕТОДЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ

12. 1. Общие указания

12. 1. 1. Для быстрого отыскания неисправности вольтметра необходимо хорошо ознакомиться с принципом работы вольтметра и работой его отдельных узлов и блоков, а также конструкцией.

При отыскании неисправности необходимо пользоваться таблицами режимов и осциллограммами, приведенными в приложениях.

12. 1. 2. При ремонте вольтметра необходимо соблюдать меры предосторожности, указанные в разделе 8 ТО.

При включенном в сеть вольтметре, смена узлов и блоков запрещена.

12. 2. Порядок разборки вольтметра

12. 2. 1. Для разборки вольтметра необходимо ознакомиться с описанием конструкции вольтметра, приведенной в подразделе 5. 3. ТО.

12. 2. 2. Разборку вольтметра производить в следующем порядке:

— отключить вольтметр от сети (вынуть шнур питания из розетки);

— ослабить винты на боковых стяжках корпуса и снять крышки;

— рассоединить разъемы X12 и X13 (рис. 6), соединяющие блок питания с базовым блоком;

— отвинтить крепежные винты разъема «Выход на ЦПМ» и ножек-подставок на задней панели и снять их;

— отвинтить винты, фиксирующие блок питания на направляющей стяжке базового блока и вынуть блок питания.

Для снятия любой из вставных плат необходимо отвинтить два угольника, крепящих платы, и вынуть плату из разъема.

Для доступа к любым элементам блока преобразователя напряжения необходимо отвинтить винты, крепящие платы, и откинуть платы в стороны.

Сборку производить в обратном порядке. Замену и установку полупроводниковых приборов производить согласно рекомендаций по установке этих приборов.

12. 3. Краткий перечень возможных неисправностей

12. 3. 1. Наиболее вероятные неисправности вольтметра, методы их обнаружения сведены в таблице 6.

Таблица 6

Наименование неисправности, внешнее проявление и дополнительные признаки	Вероятная причина неисправности	Методы устранения
1	2	3
1. При включении прибора ни одна из ламп индикации (цифр, размерности и т. д.) не загорается.	Не исправен блок питания.	Проверить блок питания согласно п. п. 11...13 настоящей таблицы.
2. Прибор не работает в режиме автопуска. В режиме ручного пуска прибор работает.	Не работает мультивибратор, собранный на транзисторах V3, V5, V6, расположенных в блоке индикации.	Устранить неисправность в мультивибраторе, заменить один из вышедших из строя элементов.
3. Прибор не работает в режиме авто- и ручного пуска.	Неисправен блок автоматики (атд2.070.000).	Заменить одну из микросхем D4, D7 блока автоматики.
4. Не загорается знак «+» или «-» индикаторного табло.	Неисправна схема индикатора полярности и перегрузки, размещенная в блоке индикации (атд2.746.000). Неисправна лампа H1 блока индикации.	Проверить режимы и осциллограммы. Заменить неисправную лампу.
5. При измерении напряжения калировки цифры старших разрядов индикаторного табло не меняются.	Неисправен один из делителей декадных с памятью.	Проверить и устранить неисправность в блоке атд2.208.001.
6. Не загорается одна из индикаторных (цифровых) ламп.	Вышел из строя один из анодных ключей блока индикации (атд2.746.000).	Заменить один из транзисторов анодных ключей V1...V4.
7. Загорается одновременно несколько цифр на любой из индикаторных ламп.	Неисправный один из дешифраторов катодных (атд2.746.000)	Проверить карты режимов и осциллограммы, заменить микросхему D1 или D4.
8. Загорается одна и та же или несколько цифр одновременно во всех индикаторных лампах.	Неисправен распределитель.	Неисправен распределитель. Заменить микросхему D13.

1	2	3
9. Горят цифры «1999» независимо от положения органов управления.	Неисправно устройство логическое в блоке (атд2.208.000).	Заменить одну из микросхем D1, D2.
10. При измерении напряжения переменного тока вольтметр индицирует нули.	Вышел из строя преобразователь напряжения (атд2.204.000).	Проверить карты режимов и осциллограммы. Заменить неисправный элемент.
11. Напряжение на выходе стабилизированного источника отсутствует или гораздо меньше номинальной величины и не регулируется. Величина напряжений на выходе стабилизатора больше соответствующего номинала выходного напряжения.	Выход из строя регулирующего элемента стабилизатора. Выход из строя транзистора усилителя постоянного тока.	Найти и заменить вышедший из строя элемент.
12. Напряжение на выходе стабилизированного источника равно напряжению на его входе и при изменении напряжения питающей сети не стабилизируется.	Выход из строя регулирующего элемента стабилизатора. Выход из строя транзистора усилителя постоянного тока.	Найти и заменить вышедший из строя элемент.
13. Напряжение на выходе стабилизированного источника минус 12,6 В равно номинальному значению, но величина неустойчивости от изменения сети ниже нормы.	Выход из строя стабилизатора тока коллектора транзистора усилителя постоянного тока.	То же.
14. Напряжение на выходе стабилизированного источника +12,6 В при изменении величины напряжения питающей сети не стабилизируется.	Выход из строя источника минус 12,6 В. Выход из строя транзистора усилителя постоянного тока.	Устранить неисправность источника минус 12,6 В. Заменить транзистор V 6 блока питания.
15. На выходе ИКН калибровочное напряжение отсутствует.	Выход из строя выпрямителя схемы ИКН. Выход из строя параметрического стабилизатора. Выход из строя схемы стабилизации.	Найти и заменить вышедший из строя элемент.

13. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

13. 1. Профилактические работы

13. 1. 1. Профилактические работы должны производиться лицами, непосредственно эксплуатирующими данный вольтметр. Необходимые профилактические проверки и их периодичность указаны в таблице 7.

Таблица 7

Содержание работы	Периодичность
1. Проверка работоспособности вольтметра.	Перед измерениями и в процессе измерений при резких перепадах температуры окружающей среды.
2. Проверка номиналов питающих напряжений.	При необходимости, но не реже одного раза в полгода.
3. Смена элементов, имеющих ограниченный срок службы.	По окончании срока службы.

13. 1. 2. Проверка вольтметра производится при напряжении сети 220 ± 22 В частоты $50 \pm 0,5$ Гц или $115 \pm 5,7$ В или 220 ± 11 В частотой 400 ± 12 Гц с содержанием гармоник до 5%.

13. 1. 3. Проверка работоспособности вольтметра производится согласно подразделу 9. 2.

13. 1. 4. Проверка напряжений блока питания $+12,6$ В, минус $12,6$ В и т. д. производится вольтметром класса 0,5 на контрольных гнездах блока питания, размещенных на задней стенке прибора. Напряжение должно соответствовать ряду: минус $12,6 \pm 0,6$ В; $+12,6 \pm 0,6$ В; $+5 \pm 0,1$ В; $+200 \pm 10$ В.

13. 1. 5. Перечень элементов с ограниченным сроком службы (менее 5000 часов) приведен в приложении 5.

14. ПОВЕРКА ВОЛЬТМЕТРА

Настоящий раздел устанавливает методы и средства поверки вольтметра В7-16А при эксплуатации, хранении и выпуске из ремонта.

14. 1. Операции и средства поверки

При проведении поверки должны производиться операции и применяться средства поверки, указанные в таблице 8.

Таблица 8

Номера пунктов раздела поверки	Наименование операций, производимых при поверке	Поверяемые отметки	Допускаемые значения погрешностей или предельные значения определяемых параметров	Средства поверки	
				образцовые	вспомогательные
1	2	3	4	5	6
14. 3. 1	Внешний осмотр				
14. 3. 2	Опробование				
14. 3. 3	Определение метрологических параметров:				
14. 3. 3а	— определение величины выходного напряжения ИКН		$\pm 2 \text{ мВ}$ от значения напряжения указанного на шильди-ке вольтметра за 2000 часов. Номинальное выходное напряжение $9,1 \pm 0,5 \text{ В}$.	Р35 Р363-3	Б5-13 МСП-63 РНО-250-2
14. 3. 3б	— определение основной погрешности измерения «1» и 0,1; 0,5; напряжения постоянного тока	0,1; 0,3; 0,5; 0,7; 0,9 U_k на пределе «1» и 0,1; 0,5; 0,9 U_k на пределах 10, 100, 1000	$\pm (0,05 + \frac{U_k}{U_x})$ $+ 0,05 \frac{U_k}{U_x}$	Р35 Р363-3	МСП-63 Б5-13 элемент 100-АМГЦ У-190 ч. (10 шт. последовательно) Э515/3 РНО-250-2 Э515/3 РНО-250-2
14. 3. 3в	— определение основной погрешности измерения напряжения переменного тока (вольтметр В7-16А)	1 В эфф. частотой 20, 45, 400, 1000, 5000 Гц, 10, 20, 50, 100 кГц на пределе «1»; 10 В эфф частотой 20, 45, 400, 1000, 5000, 10000, 20000 Гц на пределе «10»; 100 В эфф частотой 20, 45, 400, 1000, 5000, 10000, 20000 Гц;	п. 3. 16.	В1-9 Я1В-22	Э515/3 РНО-250-2

Продолжение таблицы 8

1	2	3	4	5	6
		10 В эфф, 30 В эфф, 50 В эфф, 70 В эфф, 90 В эфф частотой 400 Гц на пределе «100». 1000 В эфф (300) частотой 20, 45, 400, 1000, 5000, 10000, 20000 Гц на пределе «1000».			
	(вольтметр В7-16А с высокочастотным преобразователем)	900 мВ $\pm 5\%$ частотой 100, 500 кГц, 1, 5, 10, 20, 30, 40, 50 МГц, 100 мВ $\pm 5\%$, 300 мВ $\pm 5\%$, 500 мВ $\pm 5\%$, 700 мВ $\pm 5\%$ частотой 1 МГц на пределе «1»; 9 В $\pm 5\%$ частотой 100, 500 кГц 1, 5, 10, 20, 30 МГц на пределе «10».		ВЗ-24	Г4-93 Г4-118 Э515/3 РНО-250-2
14. 3. 3г	— определение основной погрешности измерения активного сопротивления	0,1; 0,3; 0,5; 0,7; 0,9 R_k на пределе «1» 0,1; 0,5; 0,9 R_k на пределах «10», «100», «1000» и «1 Ом».	$\pm (0,15 + 0,05)$	МСП-63 Р4002	Э515/3 РНО-250-2

Примечания. 1. Вместо указанных в таблице 9 образцовых и вспомогательных средств поверки разрешается применять другие аналогичные меры и измерительные приборы, обеспечивающие измерение соответствующих параметров с требуемой точностью.

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

3. Поверка по п. 14. 3. 3а производится через каждые 2000 часов.

14. 1. 1. Необходимые при поверке основные технические характеристики на образцовые и вспомогательные средства поверки указаны в таблице 9.

Таблица 9

Наименование средства поверки	Основные технические характеристики средства поверки		Рекомен- дуемое средство поверки (тип)	Примечание
	пределы измерений	погреш- ность		
1	2	3	4	5
Потенциометр постоянного тока	Измеряемое напряжение 0—2,12111 В	0,005 %	P363-3	Служит источником ВЧ сигналов "
Делитель напряжения	Входное напряжение не более 1000 В	0,005 %	P35	
Элемент нормальный, насыщенный	$U_{\text{вых}} = 1,01850 - 1,0187$ В при $t^{\circ}\text{C} = 20$	0,005 %	НЭ-65	
Магазин сопротивлений	0,01—10 ⁵ Ом	0,05 %	MCP-63	
Магазин сопротивлений	10 ⁴ —10 ⁸ Ом	0,05 %	P4002	
Прибор для поверки вольтметров переменного тока	$U \sim 300$ мкВ—100 В $f_{\text{вых}} = 20$ Гц—100 кГц	не более 0,2 %	B1-9	
Вольтметр компенсационный	$U \sim 20 \cdot 10^{-3}$ —100 В $f = 20$ Гц—1 ГГц	0,2—4 %	B3-24 (B3-49)	
Генератор сигналов высокочастотный	$U = 0,1$ мкВ—1 В $f = 0,01$ —50 МГц		Г4-93	
Генератор сигналов высоковольтный	$U_{\text{вых макс}} = 100$ В $f = 0,1$ —30 МГц		Г4-118	
Источник питания постоянного тока	$U_{\text{вых}} = 100$ В		B5-13	
Элемент сухой	Значение э. д. с. равно 100 В		100- -АМГЦ- У—190 ч	Служит источником напряжения постоянного тока
Автотрансформатор лабораторный	Мощность 500 ВА		РН0- -250-2	
Вольтметр	Пределы измерений 0—75—150—200— —600 В		Э515/3	
Усилитель напряжения переменного тока до 1000 В		не более 0,3 %	Я1В-22	

14. 2. Условия поверки и подготовка к ней

14. 2. 1. При проведении операций поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха $293 \pm 5^{\circ}\text{K}$ ($+20 \pm 5^{\circ}\text{C}$);
- относительная влажность $65 \pm 15\%$;
- атмосферное давление 100 ± 4 кПа (750 мм рт. ст.);
- напряжение питающей сети $220 \pm 4,4$ В частотой $50 \pm 0,5$ Гц и содержанием гармоник до 5%.

14. 2. 2. Подготовка к поверке.

Перед проведением операций поверки необходимо ознакомиться с разделом 8 и выполнить подготовительные работы согласно подраздела 10. 1.

14. 3. Проведение поверки

14. 3. 1. Внешний осмотр.

При проведении внешнего осмотра должны быть проведены все требования по п. 7 и установлено соответствие вольтметра следующим требованиям:

- все надписи на вольтметре должны быть четкими и ясными;
- органы управления должны действовать плавно и обеспечивать надежность фиксации;
- гнезда и розетки должны быть чистыми;
- соединительные кабели должны быть исправными;
- все покрытия должны быть прочными, ровными, без царапин и трещин, обеспечивать защиту от коррозии.

Вольтметры, имеющие дефекты, бракуются и направляются в ремонт.

14. 3. 2. Опробование.

Опробование работы вольтметра производится по п. 9. 2 для оценки его исправности. Неисправные вольтметры бракуются и направляются в ремонт.

14. 3. 3. Определение метрологических параметров:

а) величина выходного напряжения ИКН определяется методом сравнения.

Определение величины выходного напряжения ИКН проводится в следующей последовательности:

- собрать схему в соответствии с рис. 9;
- подготовить приборы к измерениям согласно их инструкциям по эксплуатации;

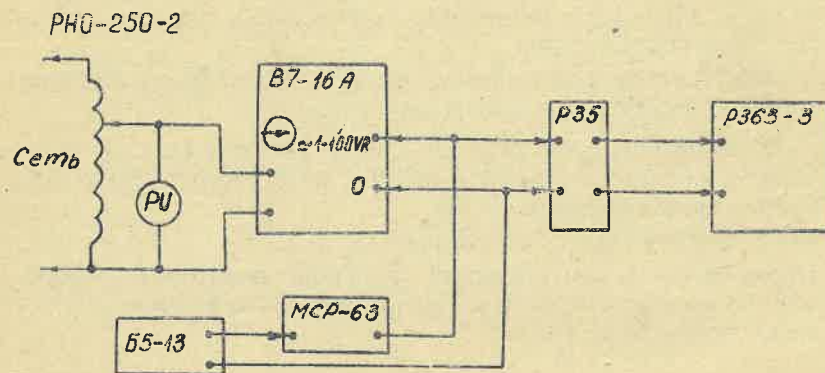


Рис. 9. Схема электрическая структурная определения значения калибровочного напряжения.

ПУ — вольтметр Э515/3.

— подготовить поверяемый вольтметр к работе по методике п. п. 9. 2. 1—9. 2. 9;

— установить переключатель «ПРЕДЕЛ ИЗМЕРЕНИЯ» в положение «10»;

— установить ручку потенциометра « ∇ » в среднее положение;

— установить переключатель «РОД РАБОТЫ» в положение «U-0S».

— на входе поверяемого вольтметра и делителя типа Р35 с помощью источника напряжения типа Б5-13 установить напряжение $9,1 \pm 0,5$ В;

— произвести измерение потенциометром Р363-3 с точностью до 0,01 мВ (без учета делителя Р35);

— ручкой потенциометра « ∇ » установить на индикаторном табло показание, соответствующее границе перехода напряжения, равное измеренному напряжению потенциометром Р363-3 с точностью до 0,1 мВ и соседнего с ним, меньшего на единицу счета. При повторных отсчетах (число отсчетов должно быть 10—20) измеренное напряжение, округленное до 0,1 мВ, и число, меньшее на единицу от измеренного, должно появляться примерно с одинаковой частотой.

Например, если величина измеренного напряжения равна 9,0645 В, то с одинаковой частотой должны появляться числа 9,064 и 9,065;

— переключатель «РОД РАБОТЫ» установить в положение « ∇ », при этом на индикаторном табло должна установиться величина напряжения, близкая по величине к значению, указанному на шильдике;

— за величину калибровочного напряжения принимаем максимальную величину, которая индицирует на индикаторном табло равновероятно при повторных 10—20 измерениях;

— измеренное значение калибровочного напряжения занести в формуляр и на шильдик поверяемого прибора.

Входное напряжение ИКН должно быть в пределах $9,1 \pm 0,5$ В и отличаться не более чем на ± 2 мВ от указанного на шильдике за 2000 часов.

б) основная погрешность измерения напряжения постоянного тока определяется методом сравнения.

Определение основной погрешности измерения напряжения постоянного тока на пределе «1» проводится в следующей последовательности:

— собрать схему в соответствии с рис. 10;

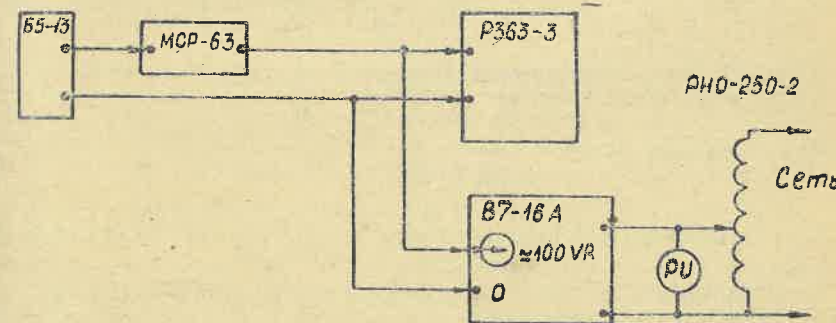


Рис. 10. Схема электрическая структурная определения основной погрешности измерения напряжения постоянного тока на поддиапазоне «1».

— подготовить приборы согласно их инструкциям по эксплуатации;

— установить на вольтметре переключатель «РОД РАБОТЫ» в положение «U-0S», переключатель «ПРЕДЕЛ ИЗМЕРЕНИЯ» — в положение «1»;

— подать на вход вольтметра « $\oplus \approx 100 \text{ VR}$ » кабелем напряжения, указанные в табл. 11, и произвести измерения каждого значения;

— поменять полярность измеряемого напряжения и произвести измерения тех же значений напряжений.

Определение основной погрешности измерения напряжения постоянного тока на пределах «10», «100», «1000» проводится в следующей последовательности:

— собрать схему в соответствии с рис. 11;

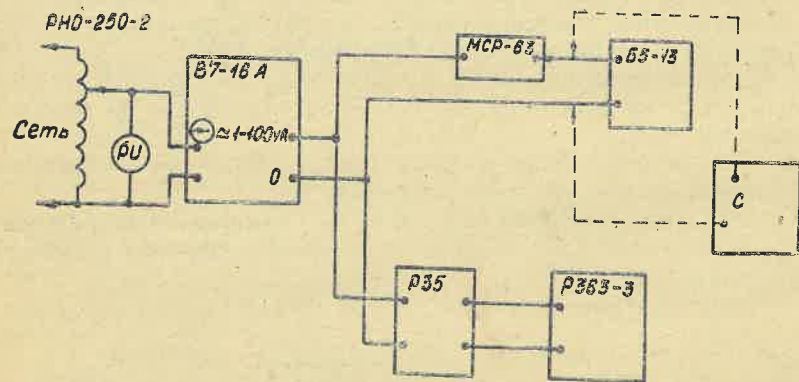


Рис. 11. Схема электрическая структурная определения основной погрешности измерения напряжения постоянного тока на пределах «10», «100», «1000».

ВУ — вольтметр Э515/3;

С — батарея сухих элементов 100-АМГЦ-V—190 ч.

— подготовить приборы согласно их инструкций по эксплуатации;

— установить на вольтметре переключатель «ПРЕДЕЛ ИЗМЕРЕНИЯ» в положение «10»;

— подать на вход вольтметра « $\oplus \approx 100 \text{ VR}$ » кабелем напряжения, указанные в табл. 10, и произвести измерения каждого значения;

— установить на вольтметре переключатель «ПРЕДЕЛ ИЗМЕРЕНИЯ» в положение «100»;

— подать на вход вольтметра « $\oplus \approx 100 \text{ VR}$ » кабелем напряжения, указанные в табл. 10, и произвести измерения каждого значения.

— установить на вольтметре переключатель «ПРЕДЕЛ ИЗМЕРЕНИЯ» в положение «1000»;

— подать на вход вольтметра « $\oplus \approx 1000 \text{ V}$ » проводом высоковольтным напряжения, указанные в табл. 10, и произвести измерения каждого значения.

Таблица 10

Предел измерения	Проверяемая точка	Предел основной погрешности измерения	Примечание
1	100 мВ	$\pm 0,55 \text{ мВ}$ (0,55%)	
	300 мВ	$\pm 0,65 \text{ мВ}$ (0,21%)	
	500 мВ	$\pm 0,75 \text{ мВ}$ (0,15%)	
	700 мВ	$\pm 0,85 \text{ мВ}$ (0,12%)	
	900 мВ	$\pm 0,94 \text{ мВ}$ (0,105%)	
10	1 В	0,0055 В (0,55%)	
	5 В	0,0075 В (0,15%)	
	9 В	0,0094 В (0,105%)	
100	10 В	0,055 В (0,55%)	
	50 В	0,075 В (0,15%)	
	90 В	0,094 В (0,105%)	
1000	100 В	0,55 В (0,55%)	
	500 В	0,75 В (0,15%)	
	900 В	0,94 В (0,105%)	

Определение погрешностей в указанных точках производится по следующей методике: на вход вольтметра подается измеряемое напряжение, вызывающее на индикаторном табло показания в проверяемой точке поддиапазона. Увеличивая измеряемое напряжение, добиться появления на индикаторном табло двух показаний U_x и $U_x + 1$ единица младшего разряда, причем частота появления U_x не более 0,1. В этом положении фиксируют значение измеряемого напряжения U'_0 . Далее, уменьшая измеряемое напряжение, добиваются появления на индикаторном табло показаний U_x и $U_x - 1$ единица младшего разряда, причем частота появления показаний U_x должна быть не более 0,1 и фиксируют значение измеряемого напряжения U''_0 . За

погрешность вольтметра принимается большая по модулю из двух разностей, определенных по формуле:

$$\Delta = |U_x - U'_0|$$

$$\Delta = |U_x - U''_0|$$

где Δ — погрешность измерения вольтметра в проверяемой точке;

в) основная погрешность измерения напряжения переменного тока определяется методом сравнения с мерой.

Определение основной погрешности измерения напряжения переменного тока при времени преобразования 20 или 100 мс на пределах «1», «10», «100» проводится в следующей последовательности:

— собрать схему в соответствии с рис. 12;

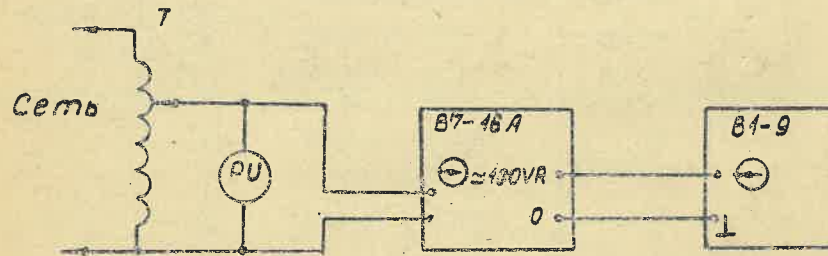


Рис. 12. Схема электрическая структурная определения основной погрешности измерения напряжения переменного тока на пределах «1», «10», «100».

Т — автотрансформатор РН0-250-2;
РУ — вольтметр Э515/3

— подготовить приборы согласно их инструкциям по эксплуатации;

— установить на вольтметре переключатель «РОД РАБОТЫ» в положение «U~», переключатель «ПРЕДЕЛ ИЗМЕРЕНИЯ» — в положение «1»;

— подать на вход вольтметра « $\ominus \approx 100 \approx VR$ » кабелем напряжения, указанные в табл. 11, и произвести измерение каждого значения;

— установить на вольтметре переключатель «ПРЕДЕЛ ИЗМЕРЕНИЯ» в положение «10»;

— подать на вход вольтметра « $\ominus \approx 100 VR$ » напряжения, указанные в табл. 11, и произвести измерения каждого значения напряжения;

— установить на вольтметре переключатель «ПРЕДЕЛ ИЗМЕРЕНИЯ» в положение «100»;

— подать на вход вольтметра « $\ominus \approx 100 VR$ » напряжения, указанные в табл. 11, и произвести измерения каждого значения.

Определение основной погрешности измерения напряжения переменного тока при времени преобразования 20 или 100 мс на пределе «1000» проводится в следующей последовательности:

— собрать схему в соответствии с рис. 13;

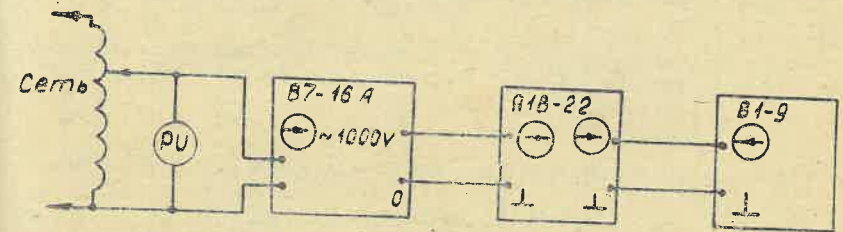


Рис. 13. Схема электрическая структурная определения основной погрешности измерения напряжения переменного тока на пределе «1000».

Т — автотрансформатор РН0-250-2;
РУ — вольтметр Э515/3.

— подготовить приборы согласно их инструкциям по эксплуатации;

— подать на вход вольтметра « $\ominus \approx 1000 V$ » проводом высоковольтным напряжения, указанные в табл. 11, и произвести измерения каждого значения напряжения.

Таблица 11

Предел измерения	Проверяемая точка	Частота	Предел основной погрешности измерения	Примечание
1	2	3	4	5
1	1 В эфф	20 Гц 45 Гц 400 Гц 1000 Гц 5000 Гц 10 кГц 20 кГц 50 кГц 100 кГц	2,0 мВ 2,0 мВ 2,0 мВ 2,0 мВ 2,0 мВ 2,0 мВ 2,0 мВ 11 мВ 16 мВ	0,2% 1,1% 1,6%

1	2	3	4	5
	900 мВ ± 10%	0,5 МГц	37,5 мВ	4,17%
		1 МГц	37,5 мВ	
		5 МГц	37,5 мВ	
		10 МГц	37,5 мВ	
		20 МГц	37,5 мВ	
		30 МГц	37,5 мВ	
		40 МГц	37,5 мВ	
		50 МГц	37,5 мВ	
	100 мВ ± 10%	1 МГц	17,5 мВ	17,5%
		1 МГц	22,5 мВ	
		1 МГц	27,5 мВ	
		1 МГц	32,5 мВ	
10	10 В эфф	20 Гц	0,045 В	0,45%
		45 Гц	0,045 В	
		400 Гц	0,045 В	
		1000 Гц	0,045 В	
		5000 Гц	0,045 В	
		10 кГц	0,045 В	
		20 кГц	0,045 В	
	9 В ± 10%	50 кГц	0,375 В	4,17%
		100 кГц	0,375 В	
		1 МГц	0,375 В	
		5 МГц	0,375 В	
		10 МГц	0,375 В	
		20 МГц	0,375 В	
		30 МГц	0,375 В	
100	10 В эфф	400 Гц	0,09 В	0,9%
		400 Гц	0,169 В	
		400 Гц	0,33 В	
		400 Гц	0,41 В	
		20 Гц	0,45 В	
		45 Гц	0,45 В	
		400 Гц	0,45 В	
		1000 Гц	0,45 В	
		5000 Гц	0,45 В	
		10 кГц	0,45 В	
	100 В эфф	20 Гц	0,45 В	0,45%
		45 Гц	0,45 В	
		400 Гц	0,45 В	
		1000 Гц	0,45 В	
		5000 Гц	0,45 В	
		10 кГц	0,45 В	
		20 кГц	0,45 В	
1000	1000 В эфф (300 В)	20 Гц	4,5 В	0,45%
		45 Гц	4,5 В	
		400 Гц	4,5 В	
		1000 Гц	4,5 В	
		5000 Гц	4,5 В	
		10 кГц	4,5 В	
		20 кГц	4,5 В	

Для определения основной погрешности измерения напряжения высокой частоты при помощи выносного щупа необходимо:
— собрать схему в соответствии с рис. 14;

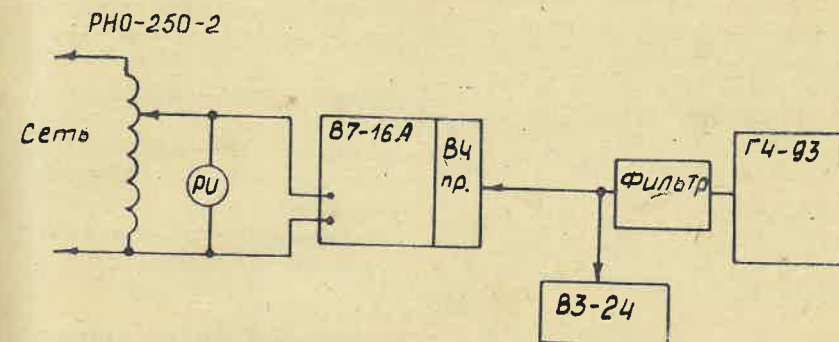


Рис. 14. Схема электрическая структурная определения основной погрешности измерения напряжения переменного тока на пределе «1» в диапазоне частот 0,1 ÷ 50 МГц.

РУ — вольтметр Э515/3

— подготовить приборы согласно их инструкциям по эксплуатации;

— установить на вольтметре переключатель «РОД РАБОТЫ» в положение «U-1 S», переключатель «ПРЕДЕЛ ИЗМЕРЕНИЯ» в положение «1»;

— подать на вход высокочастотного преобразователя напряжения переменного тока, указанные в табл. 11, и произвести измерение каждого значения напряжения;

— собрать схему в соответствии с рис. 15.

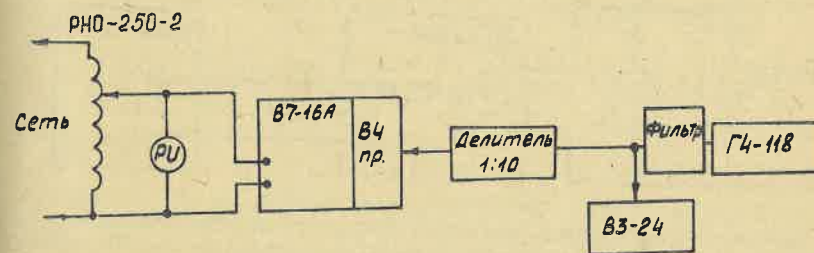


Рис. 15. Схема электрическая структурная определения основной погрешности измерения напряжения переменного тока на пределе «10» частотой 20 кГц—30 МГц.

РУ — вольтметр Э515/3

- подготовить приборы к измерениям согласно их инструкций по эксплуатации;
- подать на вход высоковольтного преобразователя через частотно-компенсированный делитель 1 : 10 напряжения переменного тока, указанные в таблице 11, и произвести измерение каждого значения напряжения.

Определение погрешности в указанных точках поддиапазонов производить по следующей методике:

- на вход вольтметра подать измеряемое напряжение I_0 . Из наблюдаемых при этом показаний поверяемого вольтметра I_x выбирается такое показание, при котором получается наибольшая по модулю разность между показанием I_x и показанием I_0 . Погрешность измерения определить по формуле:

$$\Delta = (I_x - I_0) + 1 \text{ младшего разряда}$$

Примечание. При измерениях и определении погрешности измерения напряжения переменного тока, при помощи высокочастотного преобразователя возможны бросания цифр последней декады вольтметра В7-16А вследствие нестабильности выходного напряжения источников напряжения высокой частоты.

г) основная погрешность измерения активного сопротивления проводится методом сравнения.

Определение основной погрешности измерения активного сопротивления на пределах «1», «10», «100» проводится в следующей последовательности:

- собрать схему в соответствии с рис. 16;

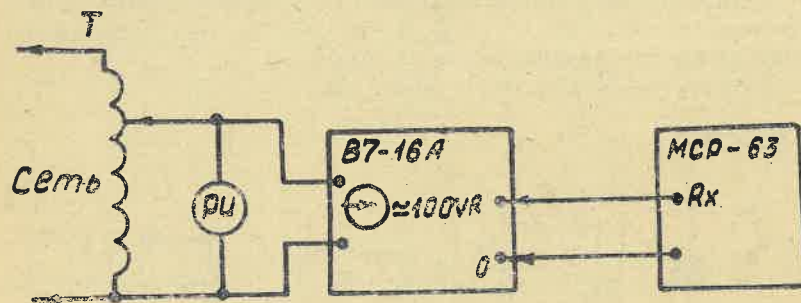


Рис. 16. Схема электрическая структурная определения основной погрешности измерения активного сопротивления на пределах «1», «10», «100».

ПУ — вольтметр Э515/3

- подготовить вольтметр к работе по п. п. 9. 2. 10—9. 2. 12;
- установить на вольтметре переключатель «ПРЕДЕЛ ИЗМЕРЕНИЯ» в положение «1»;

- подключить к входу « $\ominus \approx 100 \text{ VR}$ » кабелем магазин сопротивлений и произвести измерения каждого значения сопротивления согласно таблицы 12;

- установить на вольтметре переключатель «ПРЕДЕЛ ИЗМЕРЕНИЯ» в положение «10» и произвести измерение сопротивлений согласно таблицы 12;

- установить на вольтметре переключатель «ПРЕДЕЛ ИЗМЕРЕНИЯ» в положение «100» и произвести измерение сопротивлений согласно таблицы 12.

Определение основной погрешности измерения активного сопротивления на пределах «1000» и «10 МΩ» проводится в следующей последовательности:

- собрать схему в соответствии с рис. 17.

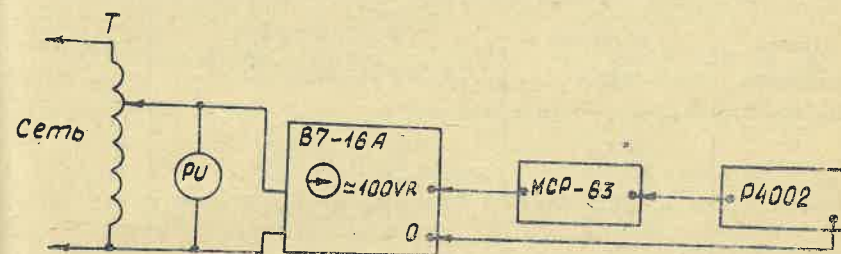


Рис. 17. Схема электрическая структурная определения основной погрешности измерения активных сопротивлений на пределах «1000» и «10 МΩ».

ПУ — вольтметр Э515/3

- установить на вольтметре переключатель «ПРЕДЕЛ ИЗМЕРЕНИЯ» в положение «1000» и произвести измерение сопротивлений согласно таблицы 12;

- подготовить вольтметр к работе по п. п. 9. 2. 13, 9. 2. 14;

- установить на вольтметре переключатель «ПРЕДЕЛ ИЗМЕРЕНИЯ» в положение «10 МΩ» и произвести измерение сопротивлений согласно таблицы 12.

Определение погрешностей в указанных точках поддиапазонов измерения производить по следующей методике:

- подключить к входу вольтметра измеряемое сопротивление, вызывающее на индикаторном табло показания R_x в проверяемой точке поддиапазона. Увеличивая измеряемое сопротивление, добиться появления на индикаторном табло вольтметра двух показаний R_x и $R_x + 1$ единица младшего разряда, причем частота появления R_x не более 0,1. В этом положении фиксируют значение измеряемого сопротивления R'_0 .

Далее, уменьшая измеряемое сопротивление, добиваются появления на индикаторном табло вольтметра R_x и $R_x - 1$ единица младшего разряда, причем частота появления R_x должна быть не более 0,1 и фиксируют значение измеряемого сопротивления R''_0 . За погрешность вольтметра принимается большая по модулю из двух разностей, определенных по формуле:

$$\Delta = |R_x - R'_0|$$

$$\Delta = |R_x - R''_0|$$

где Δ — погрешность измерения вольтметра в проверяемой точке.

Таблица 12

Предел измерения	Поверяемая точка	Предел основной погрешности измерения	Примечание
1	100 Ом	0,65 Ом (0,65%)	
	300 Ом	0,95 Ом (0,32%)	
	500 Ом	1,25 Ом (0,25%)	
	700 Ом	1,5 Ом (0,22%)	
	900 Ом	1,75 Ом (0,21%)	
10	1 кОм	0,0065 кОм (0,65%)	
	5 кОм	0,125 кОм (0,25%)	
	9 кОм	0,0175 кОм (0,21%)	
100	10 кОм	0,065 кОм (0,65%)	
	50 кОм	0,0125 кОм (0,25%)	
	90 кОм	0,175 кОм (0,21%)	
1000	100 кОм	0,65 кОм (0,65%)	
	500 кОм	1,25 кОм (0,25%)	
	900 кОм	1,75 кОм (0,21%)	
10 МΩ	1 МОм	0,0065 МОм (0,65%)	
	5 МОм	0,012 МОм (0,25%)	
	9 МОм	0,017 МОм (0,21%)	

14. 3. 4. Оформление результатов поверки.

Положительные результаты поверки оформляются путем записи результатов поверки в формуляре, заверенной подписью поверителя и нанесением оттиска поверительного клейма.

Вольтметры, имеющие отрицательные результаты поверки, в обращение не допускаются и направляются в ремонт.

15. ПРАВИЛА ХРАНЕНИЯ

Вольтметр универсальный В7-16А является сложным прибором, требующим аккуратного обращения и ухода в процессе хранения и транспортирования. Срок хранения вольтметра в упаковке в условиях капитальных отапливаемых хранилищ при температуре от 278°K (+5°С) до 298°K (+25°С) и относительной влажности до 65%, составляет 7 лет, а в условиях капитальных неотапливаемых помещений при температуре от 243°K (минус 30°С) до 303°K (+30°С) при относительной влажности до 80% — 5 лет.

Кратковременное хранение должно производиться в укладочном ящике, длительное — в укладочном ящике и в тарной упаковке.

Не допускается хранение вольтметра вместе с веществами, вызывающими коррозию металла.

Для соблюдения правил хранения электролитических конденсаторов, смонтированных в вольтметре, необходимо включать вольтметр не реже одного раза в 6 месяцев на время не менее 30 минут.

Эксплуатационная документация и ЗИП должны храниться совместно с вольтметром. При длительном хранении или транспортировании прибор и ЗИП подвергаются консервации с последующей переконсервацией через каждые 6 месяцев хранения.

Все материалы, применяемые при консервации, должны соответствовать требованиям государственных стандартов или техническим условиям на них, а образцы от каждой партии должны быть подвергнуты анализу в химической лаборатории (влажность и кислотность проверяется в обязательном порядке).

Перед консервацией должна быть проверена работоспособность вольтметра в нормальных условиях согласно инструкции по эксплуатации. После этого изделие подвергается внешнему осмотру. При обнаружении следов коррозии произвести их удаление согласно указанию настоящего раздела.

Консервации подлежат:

а) все металлические детали лицевых панелей, не имеющие лакокрасочных покрытий, к которым в процессе работы не касается оператор (ручки блоков, тумблеры и т. п.);

б) отдельные механические детали присоединительных кабелей.

Поверхность деталей, подлежащих консервации, обезжирить чистой салфеткой, слегка смоченной бензином Б-70 (хромированные и никелированные детали обезжирить ацетоном или

растворителем 645), затем протереть насухо чистой и сухой салфеткой, обдуть сухим сжатым воздухом. Нанести консервационную смазку (масло консервационное НГ-203 или смазку ЦИАТИМ-201). Шнуры, кабели, резиновые шланги обернуть бумагой парафинированной, скрепив последнюю шпагатом.

Расконсервации подлежат изделия, подвергнутые консервации. Удаление смазки производится тампоном или салфеткой, смоченной бензином Б-70 (салфетку следует отжать). После того протереть насухо чистой и сухой салфеткой, обдуть сжатым воздухом. При обнаружении на изделии следов коррозии их необходимо удалить путем зачистки пораженных коррозией участков шкуркой М-40 с последующей полировкой пастой ГОИ.

Все работы по консервации и расконсервации должны производиться так, чтобы растворитель и смазка не попали на резиновые и пластмассовые детали, поверхности с лакокрасочным покрытием и контактирующие поверхности.

Для предотвращения попадания растворителя и смазки на указанные поверхности последние необходимо защитить с помощью марлевого тампона или салфетки.

16. ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ

16. 1. Тара, упаковка и маркировка упаковки

Упаковка должна производиться только после полного выравнивания температуры вольтметра и температуры окружающего воздуха помещения, где производится упаковка.

Помещение, в котором производится консервация и упаковка, должно быть чистым, относительная влажность не должна превышать 70% при температуре окружающего воздуха $20 \pm 5^\circ\text{C}$.

Вольтметр, подлежащий упаковке, не должен иметь повреждений антикоррозионных покрытий, должен быть надежно защищен от воздействия внешней среды.

Вольтметр, подготовленный к упаковке, укладывают в укладочный ящик (рис. 18). Запасные части и принадлежности, подготовленные к упаковке, помещают в картонную коробку или пакет из пергамент растительного и укладывают в гнезда укладочного ящика. Эксплуатационную документацию помещают в чехол из полиэтиленовой пленки, который герметически заваривают.

После укладки вольтметра и ЗИПа укладочный ящик необходимо пломбировать, обернуть бумагой и поместить в чехол из

полиэтиленовой пленки, который герметически заваривают. Укладочный ящик в полиэтиленовом чехле укладывают в тарный ящик (рис. 19). На тарном ящике должны быть нанесены

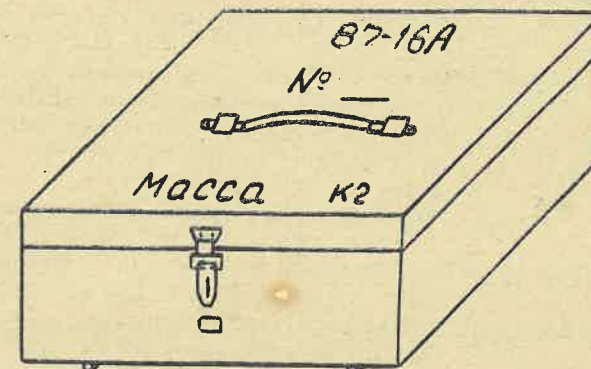


Рис. 18. Ящик укладочный.

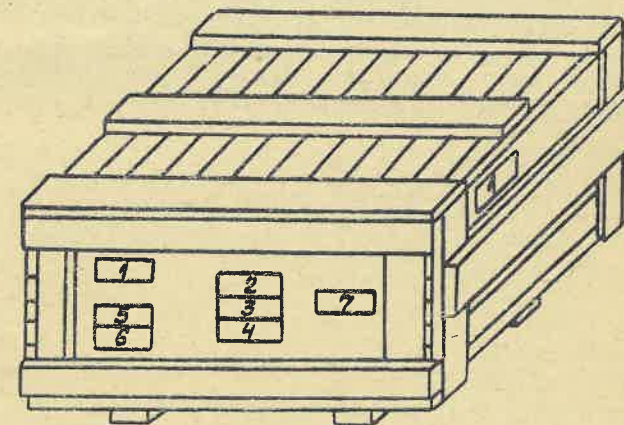


Рис. 19. Ящик тарный.

1. Манипуляционные знаки.
2. Количество мест в партии, порядковый номер внутри партии.
3. Грузополучатель и пункт отправления.
4. Пункт перегрузки.
5. Масса брутто.
6. Масса нетто.
7. Адрес отправителя.

Примечание. Со стороны А нанесены надписи, характеризующие тару.

предупредительные знаки «ВЕРХ, НЕ КАНТОВАТЬ», «ОСТОРОЖНО, ХРУПКОЕ» и опознавательный знак, в котором указывается шифр вольтметра и заводской номер. Между стенками тарного и укладочного ящиков помещают подушки из гофрированного картона.

Тарный ящик пломбируют, торцы обтягивают стальной лентой, концы которой скрепляются в замок. На тарном ящике наносят адрес грузополучателя, место назначения, место отправления и адрес отправителя, вес нетто и брутто.

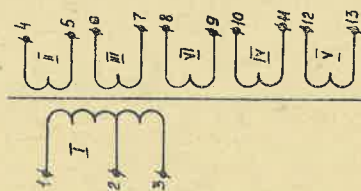
16. 2. Условия транспортирования

При транспортировании вольтметра укладочный ящик должен быть упакован в тарный ящик. Перед транспортированием тарный ящик должен быть опломбирован. Транспортирование производится любым видом транспорта при условии защиты вольтметра от воздействия атмосферных осадков и соблюдения условий перевозки, указанных на ящике в виде предостерегающих надписей.

Повторная упаковка должна производиться с соблюдением мер предосторожности, предохраняющих вольтметр от повреждения при транспортировании. Вольтметр, ЗИП и документацию необходимо упаковать в соответствии с требованиями, изложенными в п. 16. 1 настоящего описания.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Таблица намоточных данных трансформатора и реле
Данные трансформатора атд4.700.000
Магнитопровод атд7.778.000.

Схема обмоток	Номера обмоток	Номера выводов	К-во витков	Марка и диаметр провода	Напряжение, В		Ток, А		Примечание
					X/X нагр.	нагр.	X/X	нагруз.	
	I	1-2	975	ПЭТВ-0.31	115	115	0.03		400 Гц
		1-3	890	ПЭТВ-0.23	220	220	0.06		50 Гц, 400 Гц
	II	4-5	1300	ПЭТВ-0.23	140	135		0.016	
	III	6-7	400	ПЭТВ-0.23	45	44		0.035	
	VI	8-9	74	ПЭТВ-0.80	7	6.8		0.840	
	IV	10-11	129	ПЭТВ-0.31	16	15.5		0.150	
	V	12-13	129	ПЭТВ-0.31	16	15.5		0.110	

Данные электромагнита И26.660.004
Контакт электрический магнитоуправляемый КЭМ-2Б
СЯ0.830.010 ТУ

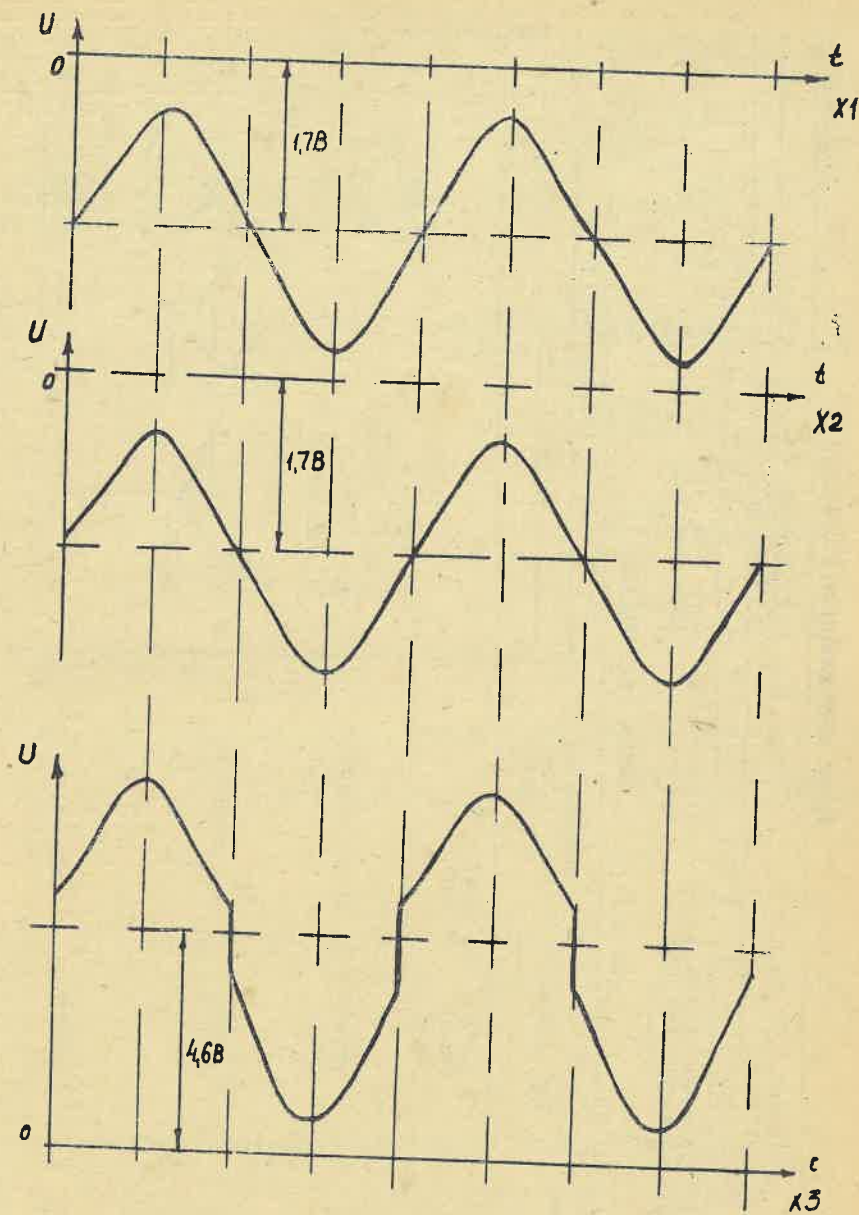
Схема электрическая	Номера выводов	Ток срабатывания, мА	Ток отпущения, мА	Рабочее напряжение, В	Сопротивление обмотки, Ом	Число витков	Провод
	1-2			5	235	3000	ПЭТВ 0,1 мм

ТАБЛИЦЫ И ОСЦИЛЛОГРАММЫ НАПРЯЖЕНИЙ

1. Измерения произведены вольтметром В7-16 и осциллографом С1-67 относительно общей шины.
2. Измеренные величины напряжений могут отличаться от указанных на $\pm 20\%$.
3. При измерении напряжений необходимо пользоваться щупом с заостренным наконечником.
4. Для микросхем 133 серии, кроме 133ИД1, уровни входных и выходных напряжений должны соответствовать уровням логического нуля и единицы.

Примечания. 1. Измерения величин напряжений усилителя дифференциального производить при закороченном входе.
2. Измерения величин напряжений блока индикации проводились при индикации на индикаторном табло показаний «+000,0 mV».
3. После измерений заостренным щупом, места на платах, в которых проводились измерения, должны быть подвергнуты влагозащите двукратным покрытием защитным лаком.
4. Уровню логического нуля соответствует напряжение не более +0,3 В, уровню логической единицы соответствует напряжение не менее +2,4 В.

Обозначение	Тип прибора	Выполняемая функция	Напряжение, В											
			Выходы											
			1	5	7	9	10	Э	Б	К	И	З	С	
V4	2П103Г	Источковый повторитель									-1,7	0	-8,5	
V5	2Т301Е	Усилитель постоянного тока						-9,2	-8,5	-1,7				
V7	2Т301Е	Усилитель постоянного тока						-9,2	-8,5	-1,7				
V8	2П103Г	Источковый повторитель									-1,7	0	-8,5	
V9	2П103Г	Усилитель постоянного тока									+2,7	+4,6	-8,5	
A1	140УД16	Усилитель						-12,6	+4,6	+12,6	-1,7	-1,7		



Преобразователь напряжения атд2.204.000

Блок индикации атд2.746.000

Таблица 2

Обозначение	Тип прибора	Выполняемая функция	Напряжение, В															
			Выводы															
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
D1 133ИД1	Дешифр.	+40 +1,3																
D2 133ИД1	Дешифр.	+40 +4,0																

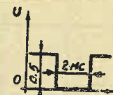
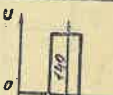
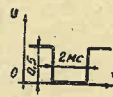
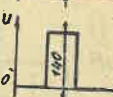
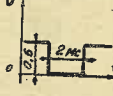
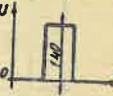
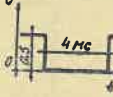
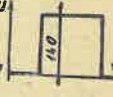
Блок атд3.085.000

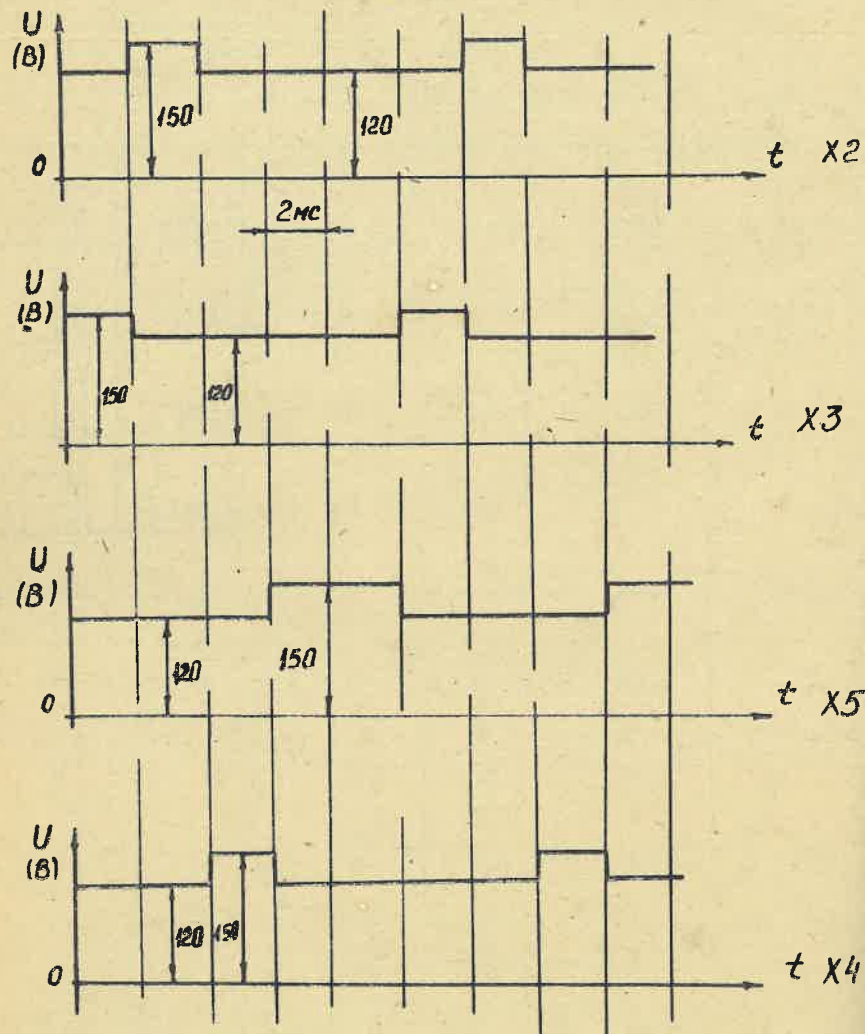
Таблица 3

Обозначение	Тип прибора	Выполняемая функция	Напряжение, В		
			Выводы		
			Э	Б	К
V1 V2	2Т203Б 2Т203Б	Ключ Ключ	+5 +5	+4,9 +4,2	+0,5 +4,6
V3	2Т301Е	Мультивибратор			
V5	2Т203Б	Мультивибратор			
V6	2Т201Д	Инвертор			

Блок атд3.607.000

Таблица 4

Обозначение	Тип прибора	Выполняемая функция	Напряжение, В		
			Выводы		
			Э	Б	К
V1	П308	Ключ	0		
V2	П308	Ключ	0		
V3	П308	Ключ	0		
V4	П308	Ключ	0		
V7	П308	Ключ	0	0	+60
V8	П308	Ключ	0	0	+60
V10	П308	Ключ	0	0	0
V11	П308	Ключ	0	0	+60

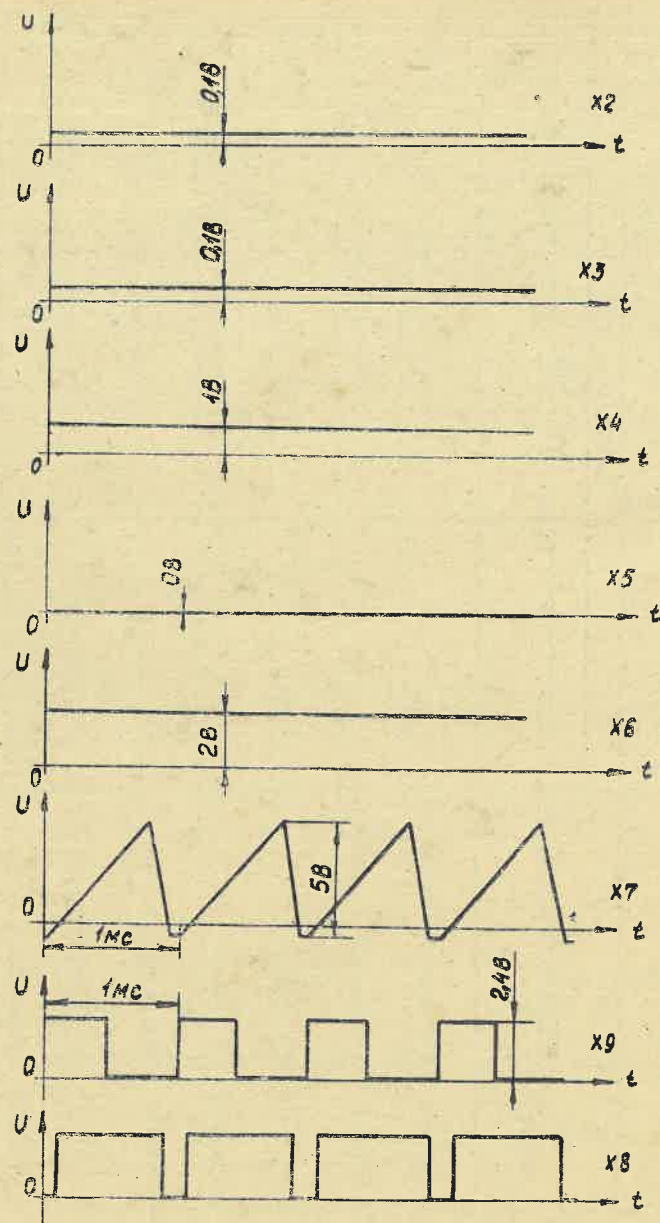


Блок индикации атд2.746.000
Блок атд3.607.000

Усилитель дифференциальный, компараторы атд2.032.001

Таблица 5

Обоз- наче- ние	Тип прибора	Выполняемая функция	Напряжение, В									
			Выводы									
			1	4	5	7	9	10	Э И	Б З	К С	
V1	2П303Б	Истоковый повторитель							+ (0,1 — 0,6)	0	+ 12,6	
V4	2П303Б	Истоковый повторитель							+ (0,1 — 0,6)	0	+ 12,6	
A1	140УД1Б	Усилитель	-11	0	+1	+11	+0,1	+0,1				
A2	140УД1Б	Усилитель	-12,6	0	+2	+12,6	+1	+1				
V10	2Т201А	Стабилизатор тока							-10,5	-9,8	-6,7	
A3	140УД1Б	Интегратор	-10,7	0		+10,2		-0,5				
A4	140УД1Б	Компаратор	-12,6			+12,6	+2					
A5	140УД1Б	Компаратор	-12,6			+12,6	-0,4					

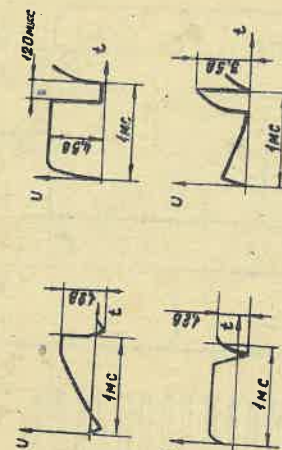


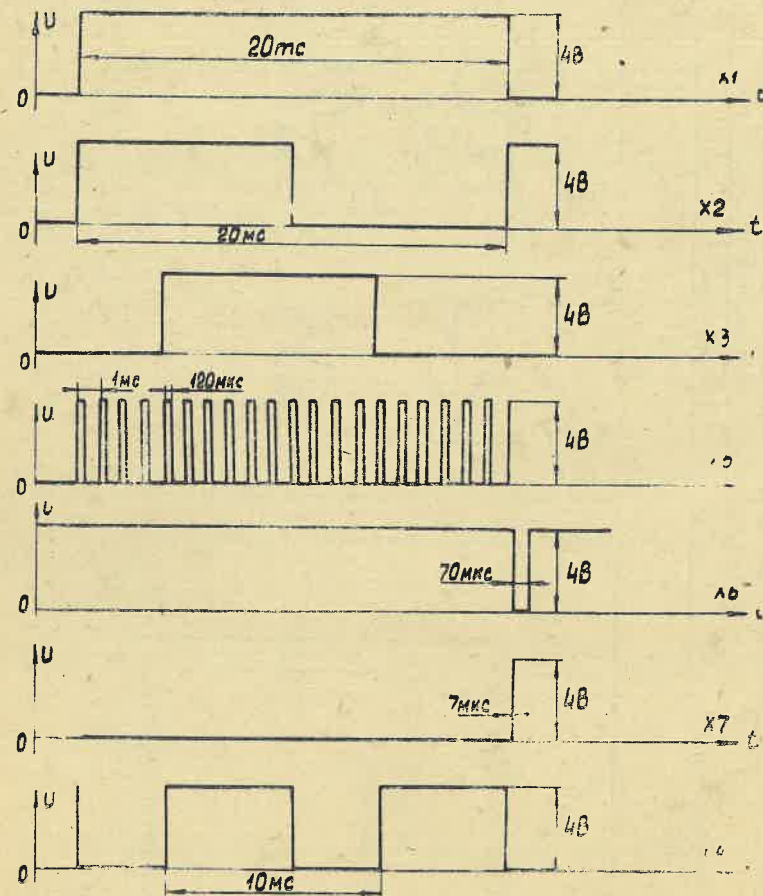
Усилитель дифференциальный, компараторы
атд2.032.001

Автоматика атд2.070.000

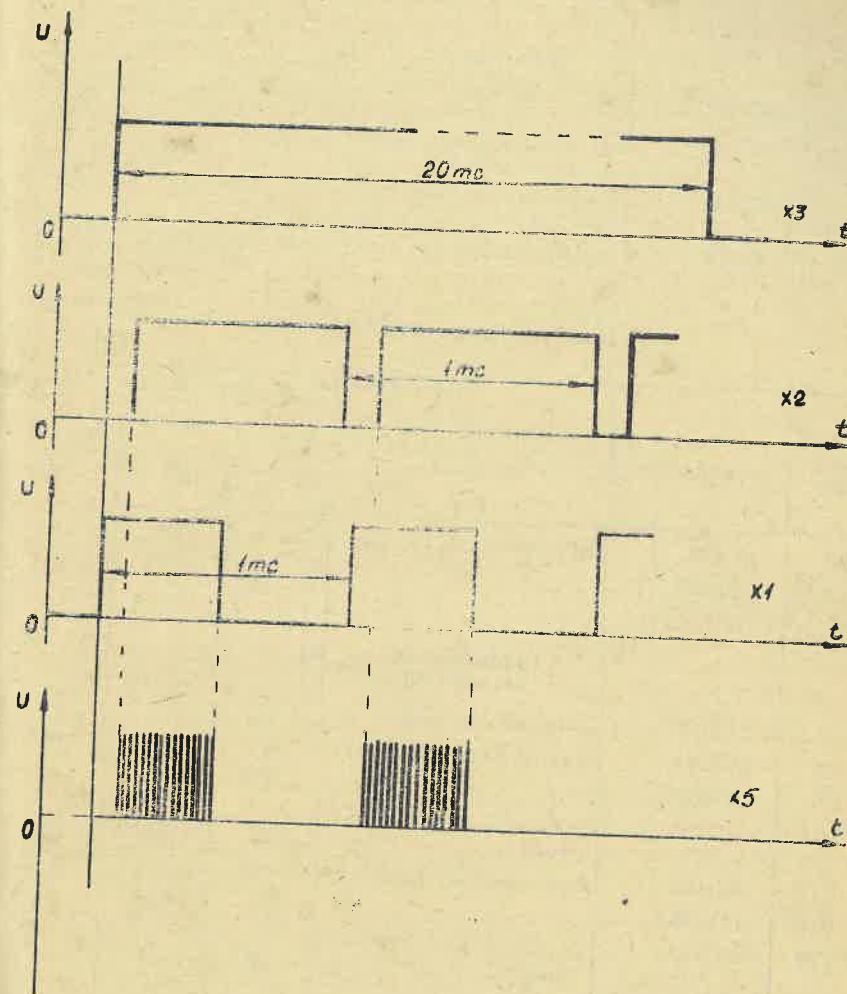
Таблица 6

Обозначение	Тип элемента	Выполняемая функция	Напряжение, В			
			Выводы			
			Э	И	Б	З
V3	2Т201Д	Мультивибратор	0			
V6	2Т201Д	Мультивибратор	0			
V7	2Т303Б	Источник повторитель	+2,3		+1,5	+5





Автоматика атд2.070.000



Делитель декадный с памятью
атд2.208.000

**Делитель декадный с памятью
атд2.208.001**

Таблица 7

Обо- значе- ние	Тип прибора	Выполняемая функция	Напряжение, В		
			Выводы		
			Э	Б	К
V2	2T203A	Стабилизатор тока	14	14,7	8,7
V3	2T201A	Стабилизатор тока	8	8,7	14

Блок питания атд2.087.000

Таблица 8

Обо- значе- ние	Тип прибора	Выполняемая функция	Напряжение, В		
			Выводы		
			Э	Б	К
V5	2T903Б	Регулирующий элемент	+5	+5,5	+9
V6	П216В	"	-12,6	-12,8	-16,5
V7	П216В	"	0	-0,1	-4
Стабилизатор атд3.233.001					
V7	2T201Б	Стабилизатор тока	-18	-17	-13
V8	МП16А	Регулирующий элемент	-12,9	-13	-16,5
V9	1Т403Б	"	-12,7	-12,9	-16,5
V11	МП16А	Усилитель постоянного тока	-7,5	-7,8	-13
V17	МП16А	Регулирующий элемент	-0,25	-0,5	-4
V18	1Т403Б	"	-0,1	-0,25	-4
V20	МП16А	Усилитель постоянного тока	+4,9	+4,7	-0,5
Стабилизатор атд3.233.000					
V14	2T201Б	Регулирующий элемент	6,4	7,1	7,8
V15	2Т602Б	"	5,6	6,4	7,8
V16	2Т201Б	Усилитель постоянного тока	3,3	4,1	7,1

Фильтры

Фильтры предназначены для подавления высших гармонических составляющих напряжения генераторов, применяемых при проверке вольтметра универсального В7-16А на фиксированных частотах: 1; 5; 10; 20; 30; 40; 50 МГц. Отклонение частоты от номинального значения не должно превышать $\pm 5\%$.

Каждый из фильтров представляет собой Г-образное звено, горизонтальное плечо которого настроено на основную частоту, а вертикальное — на вторую гармонику.

Затухание, вносимое фильтром на рабочих частотах, — не более 3 дБ. Затухание фильтра на частотах, соответствующих второй, третьей и четвертой гармоническим составляющим основной частоты настройки фильтра, превышает затухание на основной частоте настройки на 15 дБ.

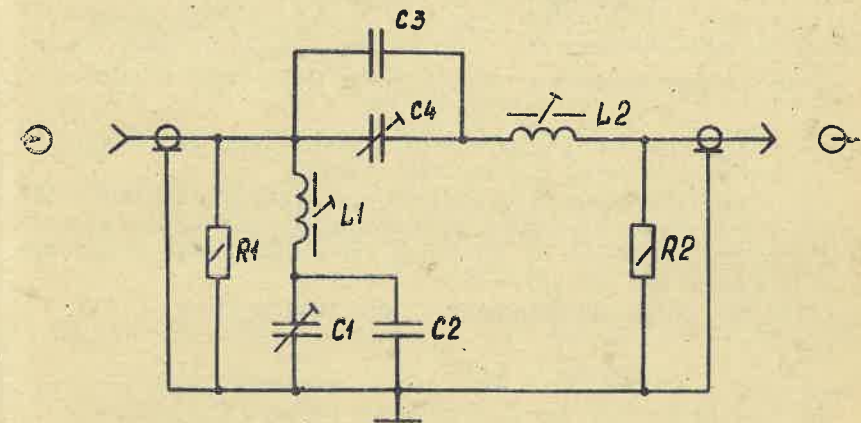


Рис. 1. Фильтр. Схема электрическая принципиальная.

Схема электрическая принципиальная фильтра приведена на рис. 1. Величины номиналов радиоэлементов для каждого из фильтров указаны в таблице 1.

Таблица 1

f, МГц	50	40	30	20	10	5	1	0,5
L1, мкГ	0,25	0,25	0,5	1	2,5	4	20	40
L2, мкГ	1	1	2	4	10	16	80	160
C2, пФ	—	6,8	6,8	6,8	16	56	300	620
C3, пФ	—	6,8	6,8	6,8	16	56	300	620
R1, R2	ОМЛТ-0,25-В-150 Ом $\pm 5\%$							
C1, C4	КТ2-19 1,9/15 пФ							

Настройка фильтров

Методика настройки каждого из фильтров одинакова и сводится к настройке горизонтального и вертикального звеньев фильтра.

При настройке горизонтального звена необходимо:

- собрать схему рис. 2;

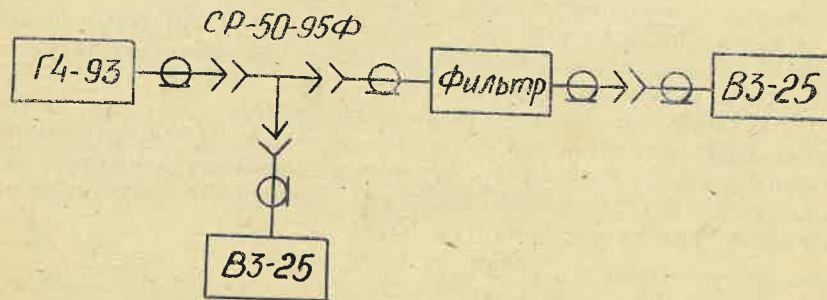


Рис. 2. Схема соединения приборов при настройке горизонтального звена фильтра.

- установить частоту генератора, соответствующую рабочей частоте фильтра с точностью $\pm 5\%$;
- установить выходное напряжение генератора равное 1 В;
- с помощью подстроечных конденсатора и индуктивности настроить звено в резонанс по максимуму показания вольтметра, подключенного к выходу фильтра.

При настройке вертикального звена необходимо:

- собрать схему рис. 3;

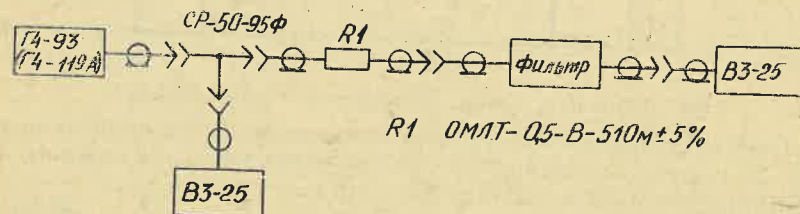


Рис. 3. Схема соединения приборов при настройке вертикального звена фильтра.

- установить частоту генератора, соответствующую второй гармонике рабочей частоты фильтра;
- установить выходное напряжение генератора равное 1 В;
- с помощью подстроечных конденсатора и индуктивности (С1, L1) настроить звено в резонанс по минимуму показания вольтметра, подключенного к выходу фильтра.

Проверка фильтра

1. Для проверки затухания, вносимого фильтром на рабочей частоте, необходимо:

- собрать схему рис. 3;
- установить частоту генератора, соответствующую рабочей частоте фильтра с точностью $\pm 5\%$;
- установить выходное напряжение генератора равное 1 В, фиксируя это по показанию вольтметра, подключенного ко входу фильтра (U1);
- подстроить генератор по максимуму показания вольтметра, подключенного к выходу фильтра и снять его показание (U2).

Затухание фильтра на рабочей частоте определяется расчетным путем по формуле:

$$В_{зат.} = 20 \lg \frac{U_1}{U_2},$$

где: $В_{зат.}$ — затухание на рабочей частоте, дБ;

U_1 — показание вольтметра на входе фильтра, В;

U_2 — показание вольтметра на выходе фильтра, В.

2. Для проверки затухания, вносимого фильтром на второй гармонике необходимо:

- собрать схему рис. 3;
- установить частоту генератора, соответствующую второй гармонике рабочей частоты;
- установить выходное напряжение генератора равное 1 В, фиксируя это по показанию вольтметра, подключенного ко входу фильтра (U1);
- подстроить генератор по минимуму показания вольтметра, подключенного к выходу фильтра и снять его показание (U2).

Затухание, вносимое фильтром на второй гармонике, определяется по формуле, приведенной в пункте 1.

Проверка величины затухания, вносимого фильтром на частотах последующих гармоник проводится аналогичным образом.

Зависимость величины дополнительной погрешности при измерении напряжения переменного тока от коэффициента гармоник приведена в таблице 2.

Таблица 2

Вторая гармоника		Третья гармоника	
Коэффициент гармонических искажений, %	Дополнительная погрешность, %	Коэффициент гармонических искажений, %	Дополнительная погрешность, %
2	0,02	0,5	0,17
4	0,08	1	0,35
6	0,18	5	1,7
8	0,32	10	3,5
10	0,5	20	8
20	2	50	22
50	12		

Приложение 4

Электрические функциональные схемы микросхем

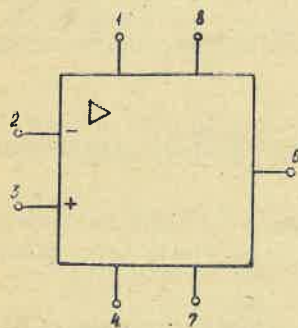


Рис. 1. Микросхема 544УД1Б. Операционный усилитель с полевыми транзисторами на входе.

Вывод	Назначение
1	баланс
2	вход инвертирующий
3	вход неинвертирующий
4	питание $E_{п2} = -15$ В
6	выход
7	питание $E_{п1} = +15$ В
8	баланс

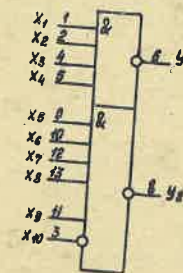


Рис. 2. Микросхема 133ЛА1. Два логических элемента «ИИ-НЕ» и один расширяемый по «ИЛИ».

Вывод	Назначение
1	Вход X_1
2	Вход X_2
3	Вход X_{10}
4	Вход X_3
5	Вход X_4
6	Выход Y_1
7	Корпус
8	Выход Y_2
9	Вход X_5
10	Вход X_6
11	Вход X_9
12	Вход X_7
13	Вход X_8
14	Питание $E_{п} = +5$ В $\pm 10\%$

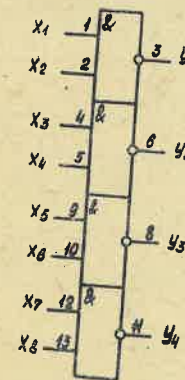


Рис. 3. Микросхема 133ЛА3. Четыре логических элемента «2И-НЕ».

Вывод	Назначение
1	Вход X_1
2	Вход X_2
3	Выход Y_1
4	Вход X_3
5	Вход X_4
6	Выход Y_2
7	Корпус
8	Выход Y_3
9	Вход X_5
10	Вход X_6
11	Выход Y_4
12	Вход X_7
13	Вход X_8
14	Питание $E_{п} = +5$ В

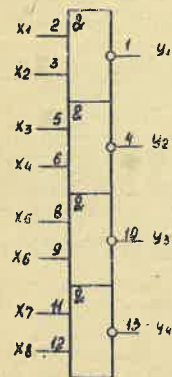


Рис. 4. Микросхема 133ЛА8. Четыре логических элемента «2И-НЕ» с открытым коллекторным выходом

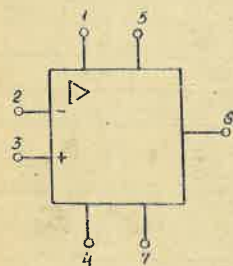


Рис. 5. Микросхема 153УД2. Операционный усилитель.

Вывод	Назначение
1	Выход Y_1
2	Вход X_1
3	Вход X_2
4	Выход Y_2
5	Вход X_3
6	Вход X_4
7	Корпус
8	Вход X_5
9	Вход X_6
10	Выход Y_3
11	Вход X_7
12	Вход X_8
13	Выход Y_4
14	Питание $E_p = +5$ В

Вывод	Назначение
1	Вывод подключения емкости компенсации
2	Вход инвертирующий
3	Вход неинвертирующий
4	Питание $E_1 = -15$ В
5	Балансировка
6	Выход
7	Питание $E_2 = +15$ В
8	Вывод подключения емкости

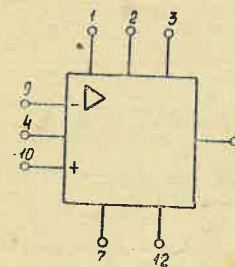


Рис. 6. Микросхема 140УД1Б. Операционный усилитель.

Вывод	Назначение
1	Питание $E_2 = -12,6$ В
2	Контрольный
3	Контрольный
4	Общий
5	Выход
7	Питание $E_1 = +12,6$ В
9	Вход инвертирующий
10	Вход неинвертирующий
12	Контрольный

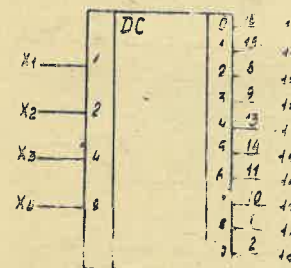
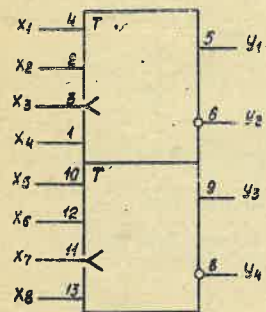


Рис. 7. Двоично-десятичный дешифратор с высоковольтным выходом.

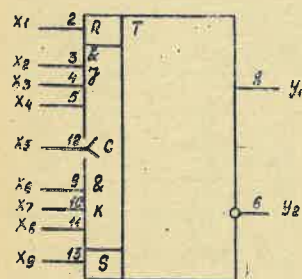
Вывод	Назначение
1	Выход Y_8
2	Выход Y_9
3	Вход X_1
4	Вход X_4
5	Питание $E_p = +5 \pm 10\%$
6	Вход X_2
7	Вход X_3
8	Выход Y_2
9	Выход Y_3
10	Выход Y_7
11	Выход Y_8
12	Корпус
13	Выход Y_4
14	Выход Y_5
15	Выход Y_1
16	Выход Y_0

Микросхема 133ИД1



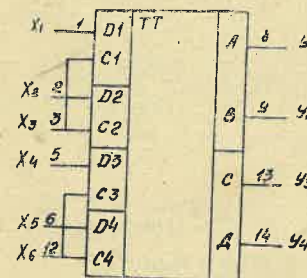
Вывод	Назначение
1	Вход установки «О» X_4
2	Вход X_2 —Д
3	Вход синхронизации X_3
4	Вход установки «1» X_1
5	Выход Y_1 —Q
6	Выход Y_2 — $\bar{Q}$
7	Корпус
8	Выход Y_4 — $\bar{Q}$
9	Выход Y_3 —Q
10	Вход установки «1»— X_5
11	Вход синхронизации X_7
12	Вход X_6 —Д
13	Вход установки «О» X_3
14	Питание $Eп = +5 В \pm 10\%$

Рис. 8. Микросхема 133TM2. Два Д-триггера.



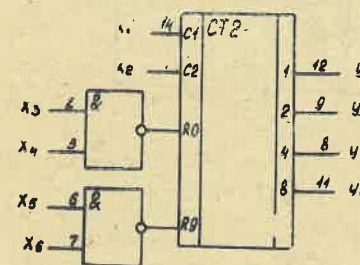
Вывод	Назначение
1	—
2	Вход установки «О»— X_9
3	Вход X_2 (J_1)
4	Вход X_3 (J_2)
5	Вход X_4 (J_3)
6	Выход Y_2
7	Корпус
8	Выход Y_1
9	Вход X_6 (K_1)
10	Вход X_7 (K_2)
11	Вход X_8 (K_3)
12	Вход синхронизации X_5
13	Вход установки «1»— X_1
14	Питание $Eп = +5 В \pm 10\%$

Рис. 9. Микросхема 133TB1. Триггер J-K.



Вывод	Назначение
1	Вход X_1 (D_1)
2	Вход X_2 (D_2)
3	Вход синхронизации
4	Питание $Eп = +5 В \pm 10\%$
5	Вход X_4 (D_3)
6	Вход X_5 (D_4)
7	—
8	Выход Y_1
9	Выход Y_2
10	—
11	Корпус
12	Вход синхронизации
13	Выход Y_3
14	Выход Y_4

Рис. 11. Микросхема 133TM5. Четыре «Д» триггера.



Вывод	Назначение
1	Вход X_2 (C_2)
2	Вход X_3
3	Вход X_4
4	—
5	Питание $Eп = +5 В \pm 10\%$
6	Вход X_5
7	Вход X_6
8	Выход Y_3 (4)
9	Выход Y_2 (2)
10	Корпус
11	Выход Y_4 (8)
12	Выход Y_1 (1)
13	—
14	Вход X_1 (C_1)

Рис. 12. Микросхема 133IE2. Двоично-десятичный четырехразрядный счетчик.

Перечень элементов с ограниченным сроком службы

Наименование	Срок службы в часах
1. Контакт электрический магнито- управляемый КЭМ-2Б	1660
2. Предохранитель ВП1-1-0,5А	1000

Методика подбора пар полевых транзисторов
типа 2П303Б (В), 2П103Г

1. Подбор пар полевых транзисторов 2П303 производится на установке, схема которой представлена на рис. 1.

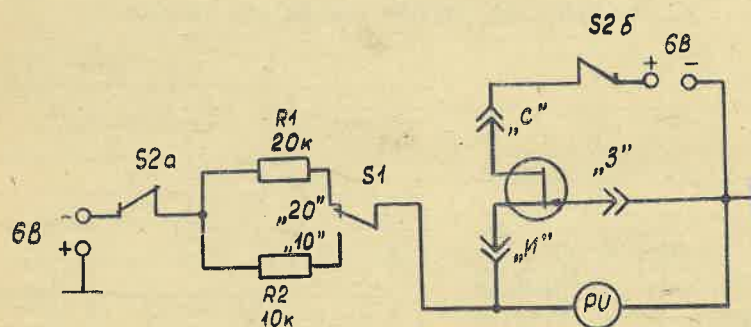


Рис. 1

- PU — вольтметр универсальный В7-16;
 R1 — резистор ОМЛТ-0,25-20 кОм $\pm 5\%$;
 R2 — резистор ОМЛТ-0,25-10 кОм $\pm 5\%$;
 S1 — тумблер МТ1;
 S2 — тумблер МТ3.

2. Подбор производится по минимальному разбросу напряжения между истоком и затвором транзистора. Минимальный разброс определяется по минимальной разнице для двух напряжений U' и U'' соответственно и не должен превышать 10 мВ.

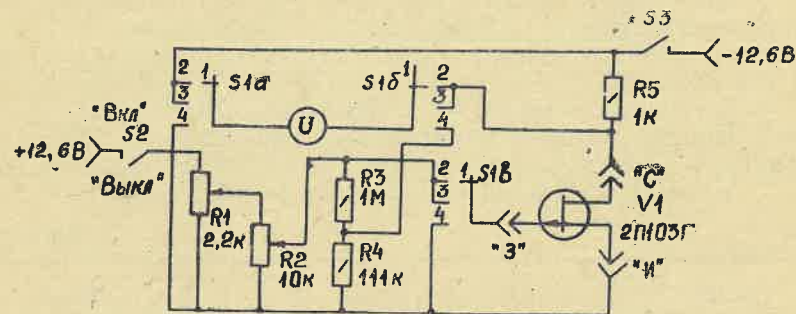
3. Подбор производится в следующей последовательности;
- собрать установку, представленную на рис. 1;
 - подготовить приборы к работе согласно их инструкциям по эксплуатации;
 - вставить транзистор соответствующими выводами в гнезда «С», «3», «И»;
 - установить тумблер S1 в положение «10»;
 - подать питание, тумблер S2 перевести в положение «ВКЛ.»;
 - записать показания вольтметра в графу 2 табл. 1;

Таблица 1

Ячейки	U'	U''	Пары
1	2	3	4

- выключить напряжение питания тумблером S2 (перевести в положение «ВЫКЛ.»);
 - установить тумблер S1 в положение «20»;
 - включить питание тумблером S2;
 - записать показание вольтметра в графу 3 табл. 1;
 - выключить питание тумблером S2;
 - вынуть транзистор из гнезд «С», «3», «И» и вставить в первую ячейку коробки с пронумерованными ячейками;
 - по полученным записям табл. 1 подобрать пары транзисторов с разбросом не более 10 мВ;
 - подобранные транзисторы под соответствующими номерами в коробке и табл. 1 вынуть и поместить в другую коробку с пронумерованными парными ячейками;
 - на корпусе транзистора пары с большими напряжениями отсечки маркировать точкой краской МКЭЧ по ОСТ4 ГО.054.205;
 - установку и снятие транзисторов производить только при выключенном питании.
4. Подбор пар транзисторов осуществляется по напряжению отсечки ($U_{отс.}$) и току насыщения ($I_{нас.}$) при $U_{и-с}=0$. Подбор производится с погрешностью не более 2% по вышеуказанным параметрам.

5. Снятие сток-затворных характеристик производится на установке, схема которой представлена на рис. 2.



«ГРУБО» «ТОЧНО»

Рис. 2. Схема электрическая принципиальная установки.

R1, R2 — резистор СПЗ-9а-16;

R3...R5 — резистор С2-14-0,25;

S1 — переключатель ЗПЗН;

S2, S3 — микротумблер МТЗ;

U — вольтметр универсальный В7-21.

Положения
переключателя
S1:

2—Inac.

3—Iотс.

4—Uотс.

6. Установить проверяемый транзистор в гнезда «С», «З», «И» и включить питание (тумблер S2, S3 перевести в положение «ВКЛ.»).

7. Установить переключатель «РОД РАБОТЫ» в положение «Iотс» и ручками «ГРУБО», «ТОЧНО» выставить напряжение, равное 1 мВ.

Переключатель «РОД РАБОТЫ» установить в положение «Uотс.», измерить напряжение отсечки и внести показание вольтметра в таблицу 2.

Таблица 2

№ транзистора	Uотс.	Inac.	Примечание
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			

Примечание. Установку и снятие транзисторов производить только при выключенном питании.

8. Переключатель «РОД РАБОТЫ» установить в положение «Inac.» и занести показание вольтметра В7-21 в таблицу 2.

9. Из числа проверенных транзисторов выбрать пары по табл. 2, у которых напряжение отсечки и ток насыщения отличаются не более чем на 2%.

Приложение 7

Рекомендации по выпайке микросхем в платах печатного монтажа

Выпайку микросхем производить торцевым паяльником, мощностью 40 Вт, со сменными паяльными стержнями, имеющими специальную форму.

Температура корпуса насадки не должна превышать +265°C.

Время прогрева выводов микросхемы не более 2—3 с. Время более длительного прогрева недопустимо из-за возможного прожога проводников печатных плат.

При монтаже микросхемы устанавливаются на печатные платы с зазором 1,5÷2 мм. Необходимый зазор обеспечивается специальной изоляционной прокладкой, устанавливаемой под корпус микросхемы.

При монтаже микросхем с планарными выводами должны быть приняты меры, исключающие изгиб выводов более двух раз, пайку выводов следует производить с применением мер, исключающих повреждение из-за перегрева и механических усилий. При пайке микросхем рекомендуется применять припой ПОС-61 (ГОСТ 21913-76) флюс ФКСп по ОСТ4 ГО.033.000.

Замену микросхем необходимо производить только при отключенных источниках питания.

Размещение элементов на платах

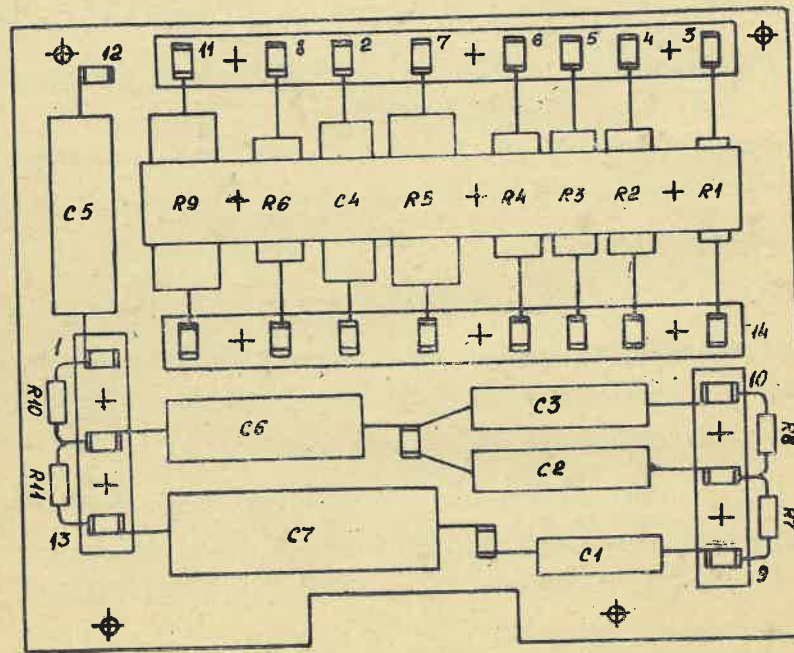


Рис. 1. Плата блока токозадающих резисторов.

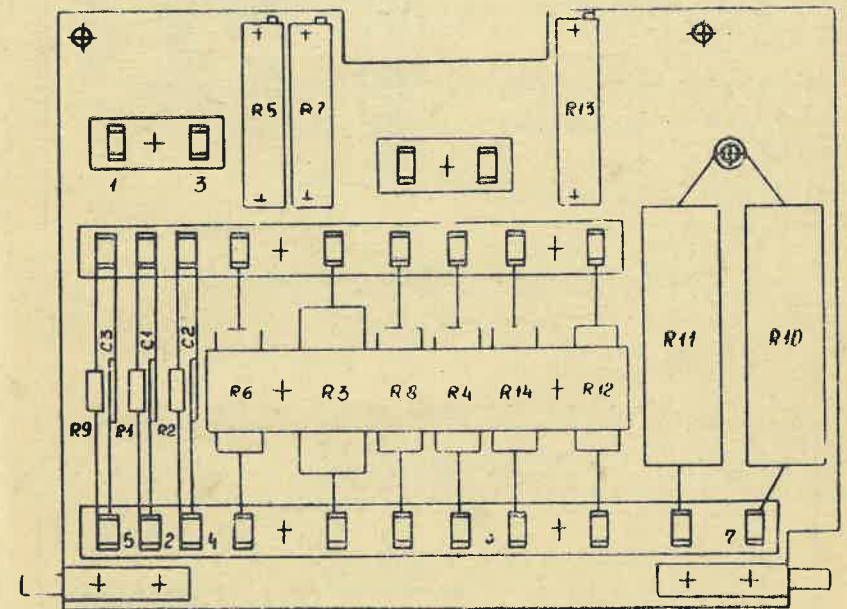


Рис. 2. Плата делителя напряжения.

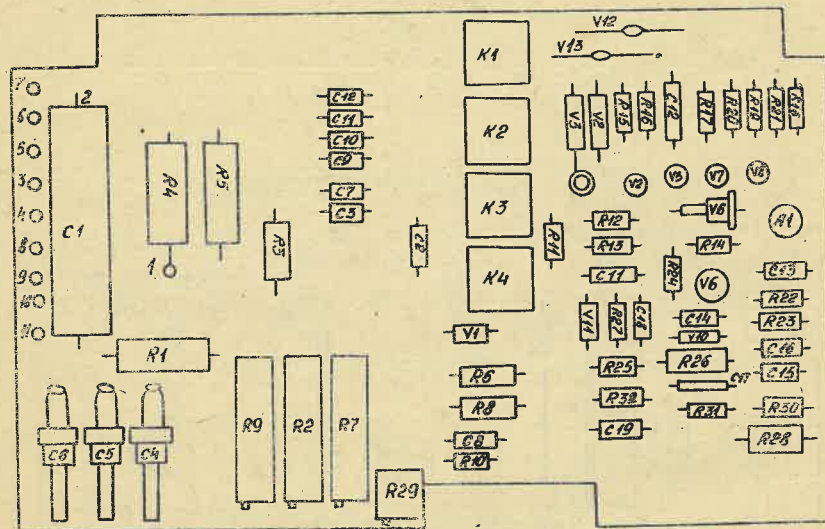


Рис. 3. Плата преобразователя напряжения НЧ.

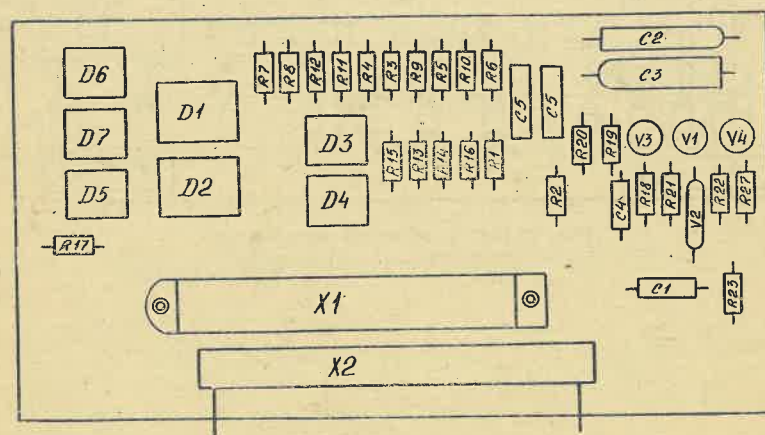


Рис. 4. Плата индикации
(Блок атд3.085.000)

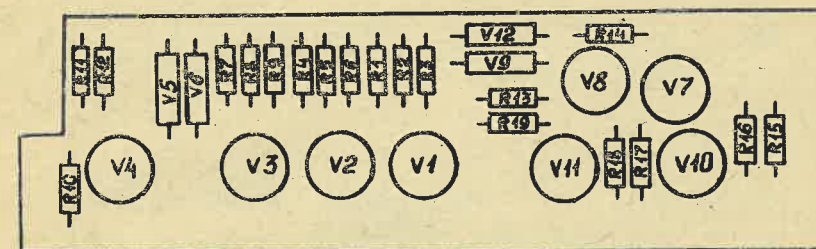


Рис. 5. Плата индикации. Блок атд3.607.000.

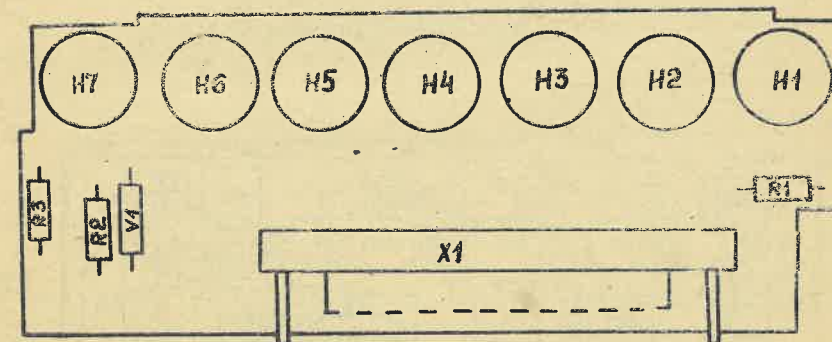


Рис. 6. Плата индикации. Блок атд2.221.000.

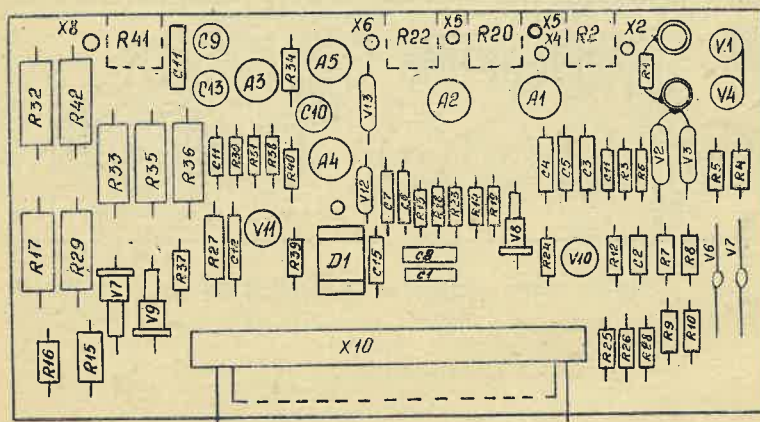


Рис. 7. Плата УД и компараторов.

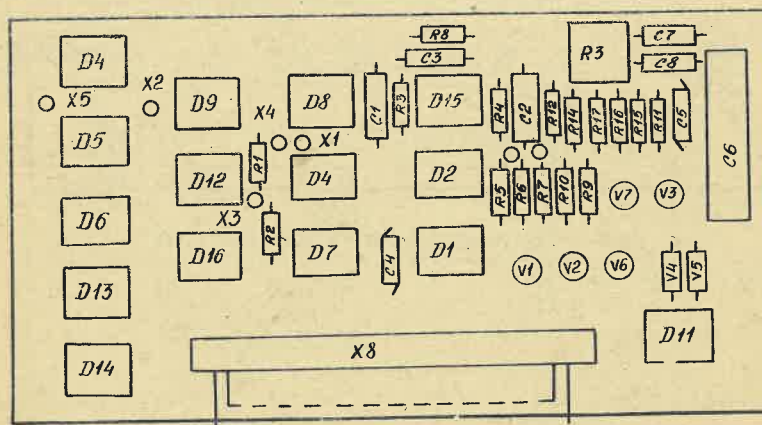


Рис. 8. Плата автоматики.

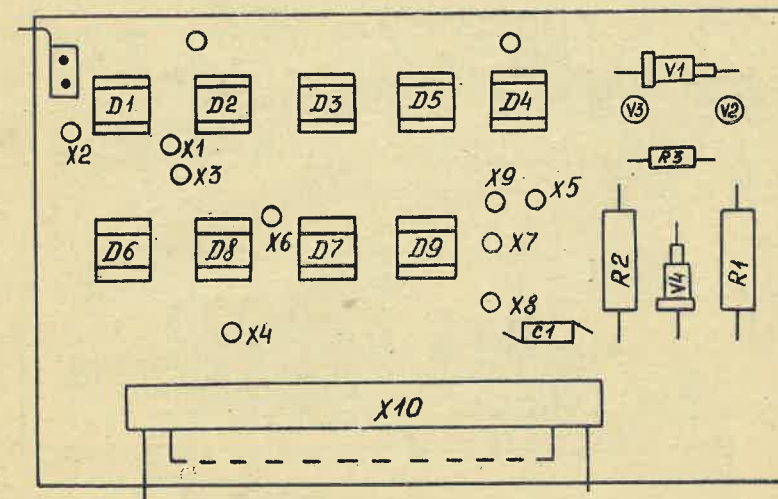


Рис. 9. Плата делителя декадного с памятью атд2.208.001.

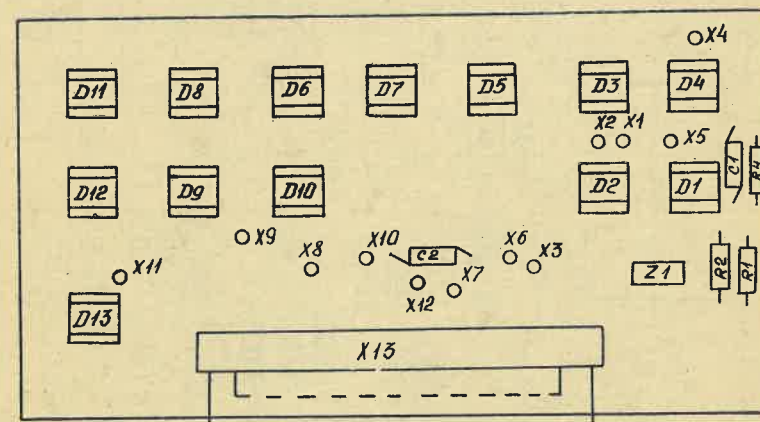


Рис. 10. Плата делителя декадного с памятью атд2.208.000.

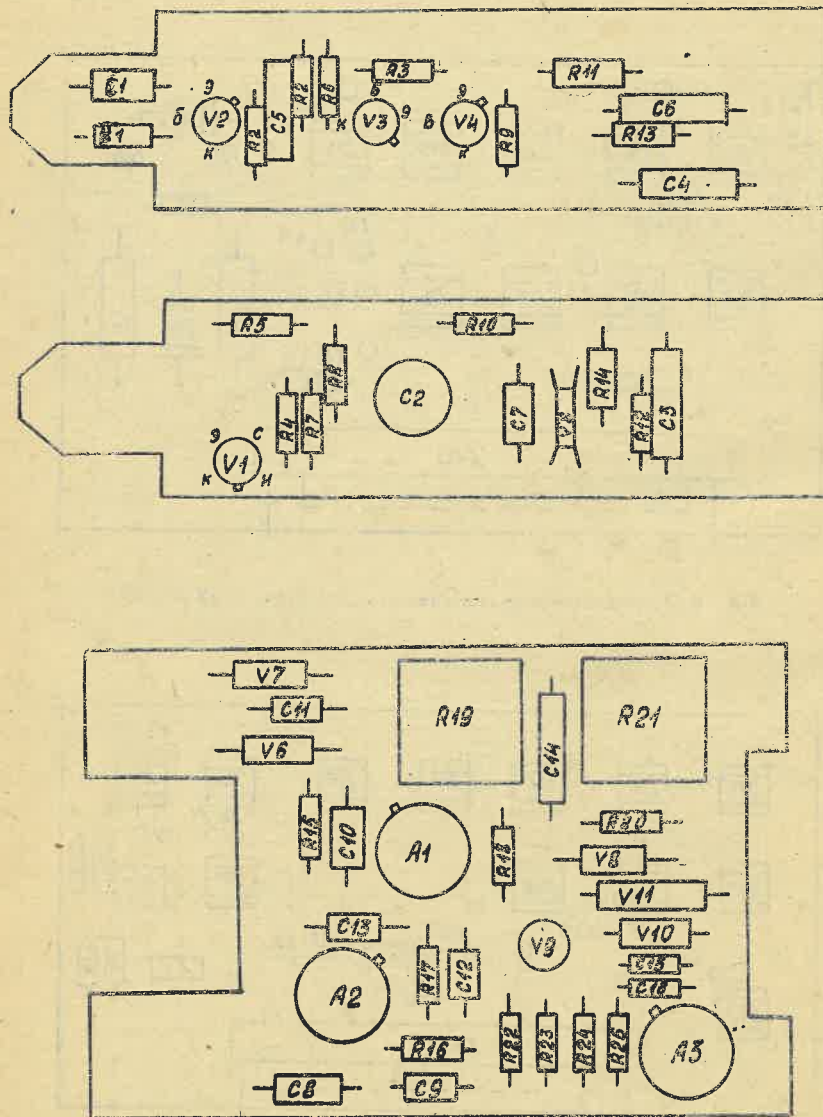


Рис. 11. Платы высокочастотного преобразователя.

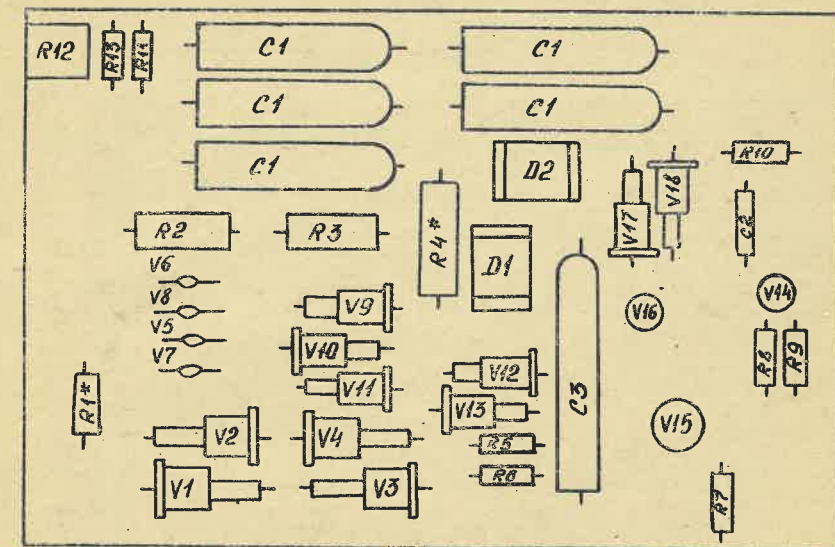
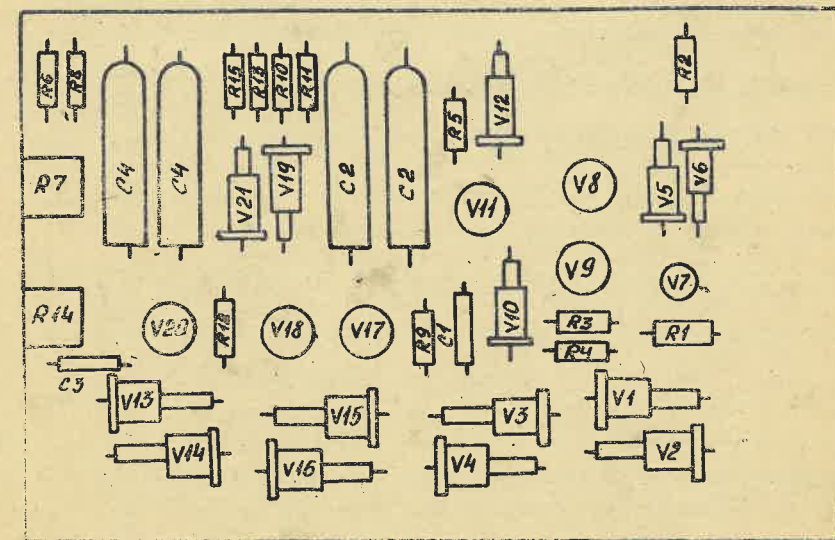


Рис. 12. Платы блока питания.



ЛИНИЯ ОТРЕЗА

УВАЖАЕМЫЙ ПОТРЕБИТЕЛЬ!

Изготовитель просит дать Ваш отзыв о работе изделия, заполнив и отправив «Карточку» в адрес отраслевого отдела качества с копией в наш адрес.

КАРТОЧКА ОТЗЫВА ПОТРЕБИТЕЛЯ

Карточка отзыва потребителя возвращается изготовителю не позднее одного года с момента получения (эксплуатации) прибора.

1. Тип изделия _____
2. Заводской номер изделия _____
3. Дата выпуска _____
4. Получатель и дата получения изделия _____
5. В каком состоянии изделие поступило к Вам: были ли замечены какие-либо дефекты по причине некачественной упаковки или изготовления _____
6. Когда и какой ремонт или регулировку потребовалось производить за время работы изделия _____
7. Какие элементы приходилось заменять _____
8. Результаты проверки технических характеристик изделия и соответствие их паспортным данным _____
9. Предъявлялись ли рекламации поставщику (указать номер и дату предъявления) _____
10. Сколько времени изделие работало до первого отказа (в часах) _____
11. Насколько удобно работать с изделием в условиях Вашего предприятия _____
12. Ваши пожелания о направлениях дальнейшего совершенствования (модернизации) изделия _____
13. Сколько времени изделие наработало (суммарное время в часах) с момента его получения до заполнения карточки отзыва _____

Подпись _____ « » 19 г.

1. Адрес НИИРИТ, г. Каунас служба отраслевого отдела качества.
2. Адрес предприятия-изготовителя.

КАРТОЧКА ОТЗЫВА ПОТРЕБИТЕЛЯ

Карточка отзыва потребителя возвращается изготовителю не позднее одного года с момента получения (эксплуатации) прибора.

1. Тип изделия _____
2. Заводской номер изделия _____
3. Дата выпуска _____
4. Получатель и дата получения изделия _____
5. В каком состоянии изделие поступило к Вам: были ли замечены какие-либо дефекты по причине некачественной упаковки или изготовления _____
6. Когда и какой ремонт или регулировку потребовалось производить за время работы изделия _____
7. Какие элементы приходилось заменять _____
8. Результаты проверки технических характеристик изделия и соответствие их паспортным данным _____
9. Предъявлялись ли рекламации поставщику (указать номер и дату предъявления) _____
10. Сколько времени изделие работало до первого отказа (в часах) _____
11. Насколько удобно работать с изделием в условиях Вашего предприятия _____
12. Ваши пожелания о направлениях дальнейшего совершенствования (модернизации) изделия _____
13. Сколько времени изделие наработало (суммарное время в часах) с момента его получения до заполнения карточки отзыва _____

Подпись _____ « » 19 г.

ЛИНИЯ ОТРЕЗА

УВАЖАЕМЫЙ ПОТРЕБИТЕЛЬ!

Изготовитель просит дать Ваш отзыв о работе изделия, заполнив и отправив «Карточку» в адрес отраслевого отдела качества с копией в наш адрес.

1. Адрес НИИРИТ, г. Каунас служба отраслевого отдела
качества.
