

ОСЦИЛЛОГРАФ УНИВЕРСАЛЬНЫЙ С1-114

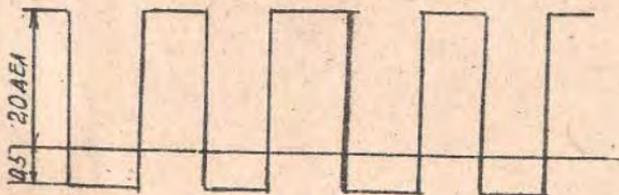
ВНИМАНИЕ!

На странице 100 технического описания и инструкции по эксплуатации осциллографа С1-114 (часть I) вместо указанного допускаемого значения погрешности (0,594-0,606 V) для постоянного напряжения 0,5V следует читать (0,495-0,505V).

ТЕХНИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ

ВНИМАНИЕ!

Для повышения точности измерения величины напряжений калибровку коэффициентов отклонения производить в положении переключателя V/ДЕЛ "0,2V", расположив 2,0 деления изображения выше центральной горизонтальной линии, а 0,5 деления - ниже центральной горизонтальной линии.



СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
Часть I	
1. Введение	6
2. Назначение	6
3. Технические данные	7
4. Состав комплекта осциллографа	17
5. Устройство и работа осциллографа	19
6. Устройство и работа составных частей осциллографа	34
7. Маркирование и пломбирование	64
8. Общие указания по эксплуатации	64
9. Указания мер безопасности	66
10. Подготовка к работе	67
11. Порядок работы	71
12. Указания по устранению неисправностей	84
13. Техническое обслуживание	98
14. Проверка осциллографа	99
15. Правила хранения	153
16. Транспортирование	155
ПРИЛОЖЕНИЕ 1. Карты напряжений на электродах транзисторов	157
ПРИЛОЖЕНИЕ 2. Карты импульсных напряжений	164
ПРИЛОЖЕНИЕ 3. Напряжения и эпюры напряжений в контрольных точках мультиметра	166
ПРИЛОЖЕНИЕ 4. Намоточные данные трансформатора	170
ПРИЛОЖЕНИЕ 5. Карта напряжений на электродах электронно-лучевой трубки (ЭЛТ)	171
ПРИЛОЖЕНИЕ 6. Устройство температуровыравнивающее ...	172
ПРИЛОЖЕНИЕ 7. Схемы расположения электрорадиоэлементов (ЭРЭ)	173
ЧАСТЬ II. Альбом схем 2.044.018 ТОI	

ВНИМАНИЕ!

ВО ИЗБЕЖАНИЕ ПОВРЕЖДЕНИЯ МУЛЬТИМЕТРА НЕОБХОДИМО СОБЛЮДАТЬ СЛЕДУЮЩИЕ МЕРЫ ПРЕДОСТОРОЖНОСТИ:

1. При работе с мультиметром используйте только кабель, входящий в состав комплекта поставки прибора.

2. При проведении измерений сначала производите подключение кабеля к соответствующим входным гнездам мультиметра и только убедившись по табло на передней панели прибора, что мультиметр переключился в нужный режим работы (измерение постоянного, переменного напряжений, сопротивления, тока или температуры), подключайте кабель к объекту измерения.

Несоблюдение указанных требований может привести к выходу из строя схемы выбора пределов измерения, выполненной на МДП - транзисторах.

3. При измерении постоянного напряжения запрещается производить измерение импульсных напряжений, а также постоянных напряжений, превышающих 1000 V ;

производить измерение напряжений, "плавающих" относительно корпуса прибора более, чем на ± 250 V .

4. При измерении переменного напряжения запрещается производить измерение напряжений превышающих 300 V .

5. При измерении сопротивления запрещается попадание напряжений на входные гнезда "R" и "O".

6. При измерении тока запрещается подавать на входные гнезда шунта напряжения, создающие ток, сила которого превышает установленный предел измерений.

7. При измерении температуры запрещается погружать датчик температуры в жидкость.

Оциллограф универсальный С1-114

Внешний вид

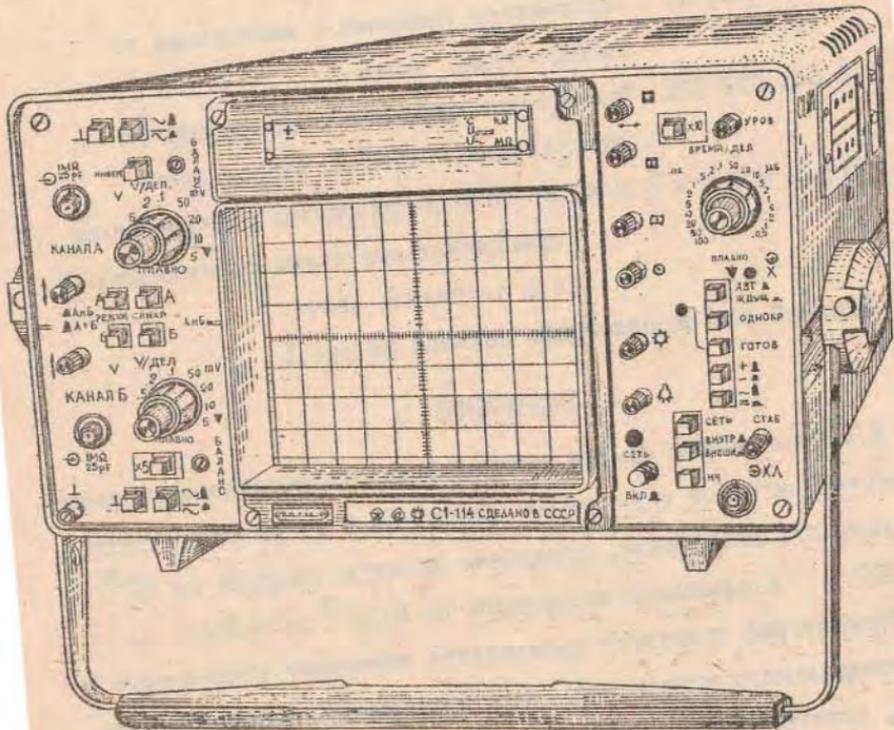


Рис. I

I. ВВЕДЕНИЕ

1.1. Техническое описание и инструкция по эксплуатации (ТО) предназначены для ознакомления с принципом работы, устройством и конструкцией осциллографа универсального С1-114 (далее - осциллограф) с целью правильной его эксплуатации.

1.2. Настоящее ТО состоит из двух частей:

- 2.044.018 ТО Техническое описание и инструкция по эксплуатации. Часть I.
- 2.044.018 ТОI Техническое описание и инструкция по эксплуатации. Часть II. Альбом схем.

Примечание. В части II приводятся электрические принципиальные схемы осциллографа и его составных частей.

Внешний вид осциллографа показан на рис. I

2. НАЗНАЧЕНИЕ

2.1. Осциллограф С1-114 предназначен для исследования электрических сигналов в диапазоне частот от 0 до 50 МГц путем визуального наблюдения, измерения амплитуд сигнала от 10^{-2} до 300 В и временных интервалов от $2 \cdot 10^{-8}$ до 0,8 с.

Осциллограф позволяет производить измерение постоянного и синусоидального напряжений, силы постоянного электрического тока, электрического сопротивления и температуры с помощью встроенного мультиметра с выводом результатов измерений в цифровой форме на индикаторный блок.

2.2. Рабочие условия применения осциллографа:

температура окружающего воздуха от минус 30 до +50 °С;
максимальная относительная влажность воздуха до 98% при

температуре 25 °С.

2.3. Нормальные условия применения, при которых обеспечивается класс точности осциллографа, следующие:

температура окружающего воздуха, °С..... 20 ± 5 ;
 относительная влажность воздуха, %..... 65 ± 15 ;
 атмосферное давление, кПа (мм Hg) 100 ± 4 (750 ± 30);
 частота питающей сети, Hz $50 \pm 0,1$ и $60 \pm 0,1$

3. ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

3.1. Рабочая часть экрана осциллографа:

по горизонтали - 100 мм;

по вертикали - 80 мм.

Примечание. Рабочая часть экрана располагается симметрично относительно центра экрана.

3.2. Ширина линии луча не более 0,8 мм .

3.3. Минимальная частота следования развертки, при которой обеспечивается наблюдение исследуемого сигнала на наиболее быстрой развертке, не более 200 Hz .

3.4. Коэффициенты отклонения каналов А и В осциллографа устанавливаются девятью калиброванными ступенями от 0,005 до 2 В/дел. соответственно ряду I-2-5 и плавно увеличиваются относительно калиброванных положений не менее чем в два раза. Коэффициенты отклонения увеличиваются в 10 и 20 раз при помощи делителей I:10 и I:20 соответственно.

В осциллографе имеется обзорный коэффициент отклонения 0,001 В/дел, на котором погрешность коэффициентов отклонения не нормируется. Обзорный коэффициент отклонения служит для наблюдения формы сигнала.

3.5. Основная погрешность коэффициентов отклонения каждого из каналов при непосредственном входе не более $\pm 3\%$, при работе с делителями 1:10 и 1:20 - не более $\pm 4\%$.

Погрешность коэффициентов отклонения в рабочих условиях применения при непосредственном входе не более $\pm 5\%$, при работе с делителями 1:10 и 1:20 - не более $\pm 6\%$.

Основная погрешность коэффициента отклонения 0,001 В/дел. не нормируется.

3.6. Время нарастания переходной характеристики (ПХ) каждого из каналов при непосредственном входе не более 7 ns , при работе с делителями 1:10 и 1:20 - не более 8 ns .

3.7. Выброс ПХ и неравномерность ПХ на участке установления каждого из каналов не более 5% .

3.8. Время установления ПХ каждого из каналов не более 35 ns .

Неравномерность ПХ каждого из каналов не более 2% .

3.9. Спад вершины ПХ (при закрытом входе) на временном интервале $0,5\text{ ns}$ в каждом канале не более 5% .

3.10. Дрейф луча каждого канала на экране ЭЛТ не более:
1 дел./h (долговременный дрейф);

0,2 дел./min (кратковременный дрейф).

3.11. Смещение луча каждого канала на экране ЭЛТ не более:
1 дел. - из-за входного тока и при переключении переключателя В/ДЕЛ (после проведения балансировки);

2 дел. - при инвертировании сигнала в канале А.

3 дел. - при нажатой кнопке "x5".

3.12. Пределы перемещения луча по вертикали в каждом канале относительно середины рабочей части экрана не менее 100 mm (8 дел.).

3.13. Параметры входа каждого канала вертикального откло-

нения:

при непосредственном входе входное активное сопротивление ($I_{\pm 0,02}$) МΩ, входная емкость не более 25 pF;

при работе с делителями 1:10, 1:20 входное активное сопротивление ($I_{\pm 0,02}$) МΩ, входная емкость не более 17 pF.

3.14. Допускаемое суммарное значение постоянного и переменного напряжений при закрытых входах каждого канала вертикального отклонения не более 300 В, на открытом входе - не более 16 В, с делителем 1:10 - не более 160 В, с делителем 1:20 - не более 300 В.

3.15. Коэффициент развязки между каналами вертикального отклонения в диапазоне частот до 20 MHz не менее 5000, а в диапазоне частот до 50 MHz - не менее 1000.

3.16. Задержка изображения сигнала не менее 20 ns.

3.17. Тракт вертикального отклонения обеспечивает следующие режимы работы:

наблюдение сигнала от канала А (нажата кнопка "А" переключателя РЕЖИМ);

наблюдение сигнала от канала Б (нажата кнопка "Б" переключателя РЕЖИМ);

суммирование сигналов от каналов А и Б (отжаты кнопки "А" и "Б" переключателя РЕЖИМ);

поочередная или прерывистая коммутация сигналов от каналов А и Б (нажаты кнопки "А" и "Б" переключателя РЕЖИМ);

изменение полярности сигнала канала А (нажата кнопка ИНВЕРТ).

3.18. Тракт горизонтального отклонения обеспечивает следующие режимы работы развертки:

автоколебательный (для сигналов с частотой не менее 30Hz);
ждущий;

однократный;

развертка внешним сигналом.

3.19. Коэффициент развертки устанавливается двадцатью калиброванными положениями от $5 \cdot 10^{-8}$ до $0,1$ в /дел. соответственно ряду I-2-5 с плавной регулировкой каждого коэффициента развертки относительно калиброванных положений не менее чем в 2,5 раза.

3.20. В осциллографе предусмотрена десятикратная растяжка развертки для обеспечения коэффициентов развертки $5 \cdot 10^{-9}$, $1 \cdot 10^{-8}$ и $2 \cdot 10^{-8}$ в /дел.

3.21. Основная погрешность коэффициентов развертки не более ± 3 %.

Погрешность коэффициентов развертки в рабочих условиях применения не более ± 5 %.

3.22. Основная погрешность измерения временных интервалов при включенной растяжке не более ± 5 %.

Погрешность измерения временных интервалов при включенной растяжке в рабочих условиях применения не более ± 7 %.

3.23. Перемещение луча по горизонтали обеспечивает совмещение начала и конца линии развертки с центром экрана.

3.24. Коэффициент отклонения усилителя горизонтального отклонения не более $0,2$ в /дел.

3.25. Полоса пропускания усилителя горизонтального отклонения от 20 Гц до 3 МГц .

3.26. Параметры входа усилителя горизонтального отклонения и синхронизации развертки:

входное активное сопротивление ($I \pm 0,1$) МΩ ;

входная емкость не более 25 пФ .

3.27 Развертка осциллографа обеспечивает следующие виды синхронизации:

синхронизацию от сигналов канала А (В) (нажата кнопка "А" ("В") переключателя СИНХР);

синхронизацию от суммы сигналов канала А и канала В (нажаты кнопки "А" и "В" переключателя СИНХР);

синхронизацию от сигналов канала А и канала В (отжаты кнопки "А" и "В" переключателя СИНХР);

синхронизацию от внешнего источника;

синхронизацию от питающей сети.

3.28. Диапазон частот внутренней и внешней синхронизации от 10 Hz до 50 MHz.

3.29. Предельные уровни синхронизации в диапазоне частот от 10 Hz до 50 MHz :

при внутренней синхронизации минимальный уровень не более 0,6 дел., максимальный уровень не менее 6 дел.;

при внешней синхронизации импульсными сигналами длительностью от 50 ns до 1 s минимальная амплитуды сигнала не более 0,5 V, максимальная - не менее 10 V.

3.30. Калибратор напряжения и времени обеспечивает на выходе "0,5 V" прямоугольные импульсы (типа "меандр") размахом 0,5 V и частотой следования 2 kHz. Основная погрешность установки напряжения и частоты калибратора не более ± 1 %. Погрешность установки напряжения и частоты в рабочих условиях применения не более $\pm 1,5$ %.

3.31. Амплитуда пилообразного напряжения развертки на выходе " $\odot \rightarrow \nabla$ " не менее 5 V без учета постоянной составляющей.

3.32. Геометрические искажения рабочей части экрана не более 3 %.

3.33. Погрешность ортогональности не более $0,25^{\circ}$.

3.34. Канал z обеспечивает наблюдение яркостных меток при подаче на его вход испытательного синусоидального напряжения амплитудой от 1 до 20 В в полосе частот от 20 Гц до 20 МГц .

3.35. Параметры входа z :

входное активное сопротивление $(100 \pm 10) \text{ k}\Omega$;

входная емкость не более 40 пФ .

3.36. Мультиметр обеспечивает измерение постоянного напряжения двух полярностей в диапазоне от 10^{-4} до 1000 В с пределами измерения 0,2; 2; 20; 200; 2000 В.

Основная погрешность измерения постоянного напряжения, в процентах, не более значений, определяемых по формуле:

$$\delta_1 = \pm \left[0,15 + 0,1 \left(\frac{U_k}{U} - 1 \right) \right], \quad (1)$$

где δ_1 - предел допускаемого значения относительной основной погрешности, %;

U_k - конечное значение установленного предела измерения, В;

U - действительное значение измеряемого напряжения, В .

3.37. Входное сопротивление мультиметра при измерении постоянного напряжения $(10 \pm 1) \text{ M}\Omega$.

3.38. Коэффициент подавления помехи общего вида при измерении постоянного напряжения не менее 80 дБ .

3.39. Мультиметр обеспечивает измерение среднего квадратического значения синусоидального напряжения от $2 \cdot 10^{-3}$ до 300 В в диапазоне частот от 40 Гц до 100 кГц с пределами измерений 0,2; 2; 20; 200; 2000 В . Основная погрешность измерения синусоидального напряжения, в процентах, не более значений, определяемых по

$$\text{формулам: } \delta_2 = \pm \left[0,6 + 0,15 \left(\frac{U_k}{U} - 1 \right) \right] \quad (2)$$

в диапазоне частот от 40 Гц до 20 кГц;

$$\delta_2 = \pm \left[2 + 0,6 \left(\frac{U_k}{U} - 1 \right) \right] \quad (3)$$

в диапазоне частот от 20 до 100 кГц ,

где δ_2 – предел допускаемого значения относительной основной погрешности, % ;

U_k – конечное значение установленного предела измерения, В ;

U – действительное значение измеряемого напряжения, В.

Указанные значения основной погрешности гарантируются при значениях измеряемого напряжения $U \geq 0,01 U_k$ и коэффициенте гармоник (K_r), определяемом по формуле:

$$K_r \leq \sqrt{\frac{\delta_{осн}}{2,2}} , \quad (4)$$

где $\delta_{осн}$ – основная погрешность измерения, в процентах, в поверяемой точке.

3.40. Входное сопротивление мультиметра при измерении среднего квадратического значения синусоидального напряжения ($I_{\pm 0,1}$) МΩ ; входная емкость не более 60 пФ (значение емкости гарантируется на входных клеммах осциллографа без измерительного кабеля).

3.41. Мультиметр обеспечивает измерение электрического сопротивления в диапазоне от 10^{-1} до $2 \cdot 10^7$ Ω с пределами измерений 0,2; 2; 20; 200; 2000 кΩ ; 20 МΩ .

Основная погрешность измерения электрического сопротивления, в процентах, не более значений, определяемых по формулам:

$$\delta_3 = \pm \left[0,6 + 0,1 \left(\frac{R_k}{R} - 1 \right) \right] \quad (5)$$

на пределах измерения 0,2; 2 кΩ ; 20 МΩ;

$$\delta_3 = \pm \left[0,3 + 0,1 \left(\frac{R_k}{R} - 1 \right) \right] \quad (6)$$

на пределах измерения 20; 200; 2000 кΩ ;

где δ_3 – предел допускаемого значения относительной основной погрешности, %;

R_k – конечное значение установленного предела измерения, кΩ ;

R — действительное значение измеряемого сопротивления, кΩ .

3.42. Мультиметр с токовым шунтом обеспечивает измерение силы постоянного тока двух полярностей в диапазоне от 10^{-7} до 2 А с пределами измерений 0,2; 2; 20; 200 мА ; 2 А.

Основная погрешность измерения силы постоянного тока, в процентах, не более значений, определяемых по формуле:

$$\delta_4 = \pm \left[0,6 + 0,1 \left(\frac{I_k}{I} - 1 \right) \right] , \quad (7)$$

где δ_4 — предел допускаемого значения относительной основной погрешности, %;

I_k — конечное значение установленного предела измерения, мА ;

I — действительное значение измеряемой силы тока, мА .

3.43. Мультиметр обеспечивает измерение температуры от минус 30 до + 100 °С. Основная погрешность измерения температуры не более ± 2 °С.

3.44. Мультиметр обеспечивает $3 \frac{1}{2}$ — разрядную индикацию результатов измерения.

3.45. Мультиметр обеспечивает индикацию символа "U₋₋₋" при измерении постоянного напряжения, символа "U_~" — при измерении синусоидального напряжения, символов "кΩ", "МΩ" — при измерении электрического сопротивления и символа "°С" — при измерении температуры.

Мультиметр обеспечивает автоматическое определение полярности при измерении постоянного напряжения, силы постоянного тока и температуры и автоматический выбор предела измерения при всех видах измерений, кроме измерения силы постоянного тока.

3.46. Вход мультиметра при измерении постоянного напряжения изолирован от корпуса и допускает наличие между входными щепцами

и корпусом рабочего постоянного напряжения не более ± 250 v (минус 250 v или + 250 v).

Электрическая изоляция входа мультиметра относительно корпуса (при измерении постоянного напряжения) выдерживает без пробоя действие испытательного постоянного напряжения 1,5 kv.

Сопротивление изоляции указанной цепи не менее:

в нормальных условиях применения 100 M Ω ;

при повышенной влажности 2 M Ω ;

при повышенной температуре 20 M Ω .

3.47. Дополнительные погрешности мультиметра при всех видах измерений, не более:

основной погрешности на каждые 10 °C изменения температуры;

2,5 значений основной погрешности в условиях повышенной влажности свыше 90 % при температуре 40 °C.

3.48. Пробник логический (ПЛ), входящий в комплект принадлежностей, совместно с осциллографом обеспечивает одновременное наблюдение восьми сигналов с выходов цифровых микросхем: логические "0" с уровнями напряжения от 0 до 0,4 v и логические "1" с уровнями напряжения от 2,4 до 5 v.

3.49. ПЛ обеспечивает наблюдение импульсных сигналов частотой следования до 10 МГц, длительностью не более 50 ns.

3.50. Электрическая изоляция цепи питания между входом сетевого разъема и корпусом осциллографа выдерживает без пробоя действие испытательного переменного напряжения частотой (50 \pm 1) Hz средним квадратическим значением 1,5 kv в нормальных условиях применения.

Сопротивление указанной цепи осциллографа относительно корпуса в нормальных условиях применения не менее 20 M Ω , при повы-

шенной влажности не менее 2 МΩ , при повышенной температуре не менее 5 МΩ .

3.51. Время установления рабочего режима 15 min .

3.52. Питание осциллографа от сети переменного тока частотой $(50 \pm 0,1)$ Hz - $(60 \pm 0,1)$ Hz , напряжением (220 ± 22) v , содержанием гармоник до 5 % и напряжением (220 ± 11) v , частотой (400 ± 28) Hz , содержанием гармоник до 5 %.

3.53. Мощность, потребляемая осциллографом от сети при номинальном напряжении, не более 100 v.A .

3.54. Время непрерывной работы в рабочих условиях применения 16 h .

3.55. После замены электронно-лучевой трубки (ЭЛТ) допускается подрегулировка осциллографа с помощью имеющихся органов подстройки.

3.56. Напряжение промышленных радиопомех не более 80 dB на частотах от 0,15 до 0,5 МГц ; 74 dB на частотах свыше 0,5 до 2,5 МГц ; 66 dB на частотах свыше 2,5 до 30 МГц .

3.57. По степени защиты от поражения электрическим током осциллограф относится к классу защиты I в соответствии с требованием ГОСТ 12.2.007.0-75.

3.58. Нарботка на отказ осциллографа не менее 5000 h .

3.59. Габаритные размеры осциллографа не более 200x348x502 mm .

3.60. Масса осциллографа не более 14 kg .

Масса осциллографа с укладочным ящиком не более 30 kg .

3.61. Гамма-процентный срок сохраняемости осциллографа 5 лет в неотапливаемом хранилище и 10 лет в отапливаемом хранилище при $\gamma = 80$ %.

3.62. Гамма-процентный ресурс осциллографа 10000 h при

$$\gamma = 95 \%$$

3.63. Гамма-процентный срок службы 10 лет при $\gamma = 80 \%$.

3.64. Среднее время восстановления осциллографа не более 8 h.

3.65. Вероятность отсутствия скрытых отказов за межпове-
рочный интервал 12 месяцев не менее 0,95.

4. СОСТАВ КОМПЛЕКТА ОСЦИЛЛОГРАФА

4.1. Осциллограф поставляется в комплекте, указанном в табл. I.

Таблица I

Наименование	Количество	Примечание
Осциллограф универсальный CI-II4	1	✓
Комплект принадлежностей № 1,	1	✓
в нем:		
делитель 1:10	2	✓ Со шнуром 6.640.399
колпачок	2	✓
щуп	2	✓
щуп	2	✓
Комплект принадлежностей № 2,	1	✓
в нем:		
делитель 1:20	2	✓ Со шнуром 6.640.399
наконечник	2	✓
отвертка	1	✓
щуп	2	✓
Запасные части		
Коробка, в ней:	1	
вставка плавкая ВПИ-1 2,0А 250V	6	
лампа СМН 6,3-20-2	2	
зажим	2	

Продолжение табл. I

Наименование	Количество	Примечание
Принадлежности:		
вилка	I	
датчик температуры	I	
кабель № I	2	Маркировка "№I"
кабель № 3	I	Маркировка "№3"
кабель	I	Маркировка "O", "U"
кабель	I	Ремонтный
кабель	I	То же
каркас	I	
переход	2	Маркировка " $Z = 50 \Omega$ "
пробник логический	I	
светофильтр	I	
тройник CP-50-95 ФВ	2	
тубус	I	
щунт токовый	I	
лента	I	с кнопкой 8.66I.000
Техническое описание и инструкция по эксплуатации		
Часть I	I	
Часть II. Альбом схем	I	
Формуляр	I	
Ящик	I	Укладочный

5. УСТРОЙСТВО И РАБОТА ОСЦИЛЛОГРАФА

5.1. Осциллограф, структурная схема которого приведена на рис.2, состоит из следующих составных частей:

тракт вертикального отклонения, включающий два аттенюатора, двухканальный предварительный усилитель с коммутатором каналов, предварительный усилитель синхронизации с коммутатором, схему управления, линию задержки и усилитель выходной ;

тракт горизонтального отклонения, включающий схему синхронизации, блок развертки и усилитель горизонтального отклонения;

усилитель импульсов подсвета;

калибратор;

схема управления ЭЛТ;

ЭЛТ;

мультиметр;

логический пробник;

блок питания.

Структурная схема мультиметра изображена на рис.3. Схема включает в себя устройство преобразования, блок управления и блок питания.

Устройство преобразования состоит из следующих узлов:

Структурная схема осциллографа

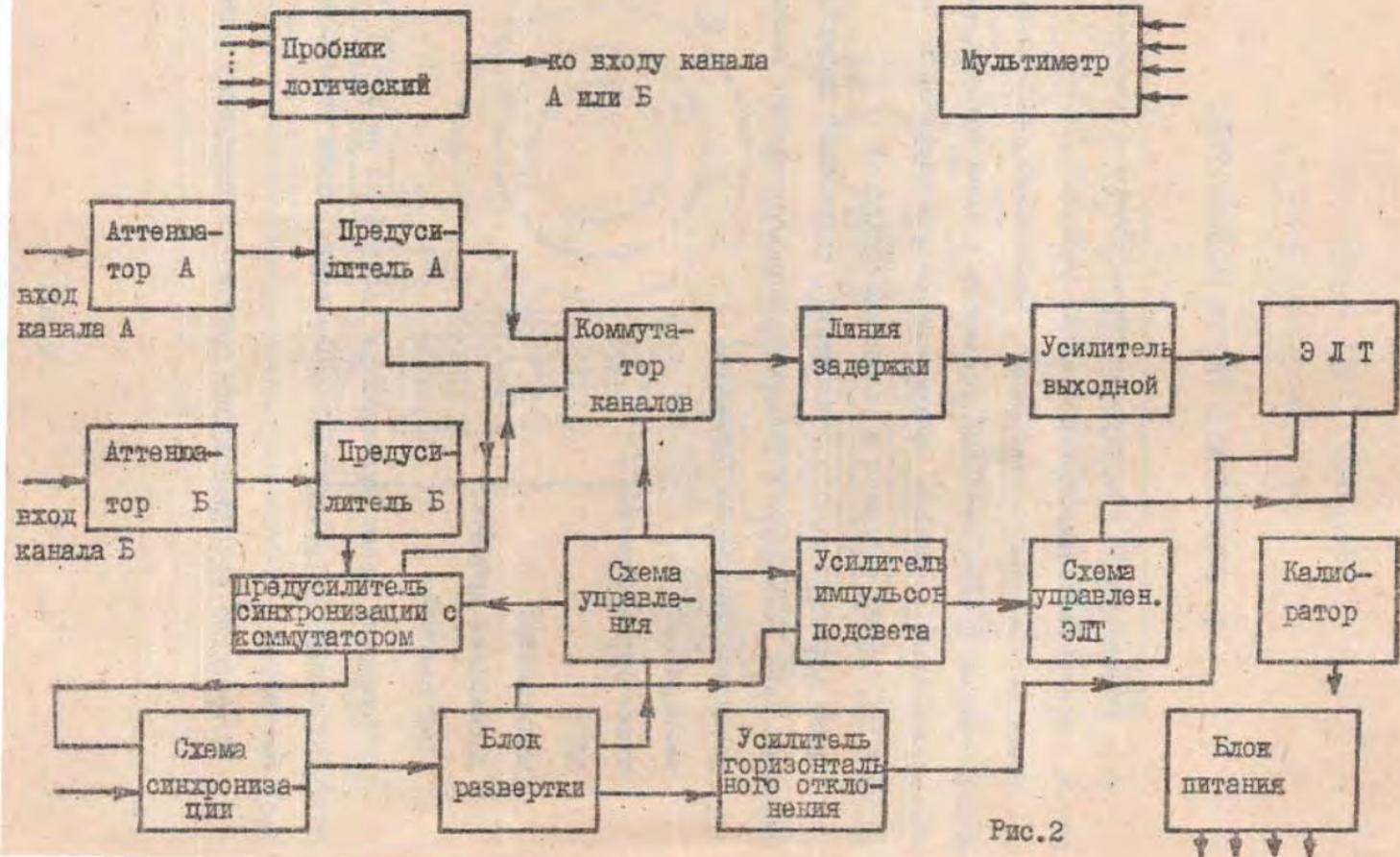


Рис. 2

Структурная схема мультиметра

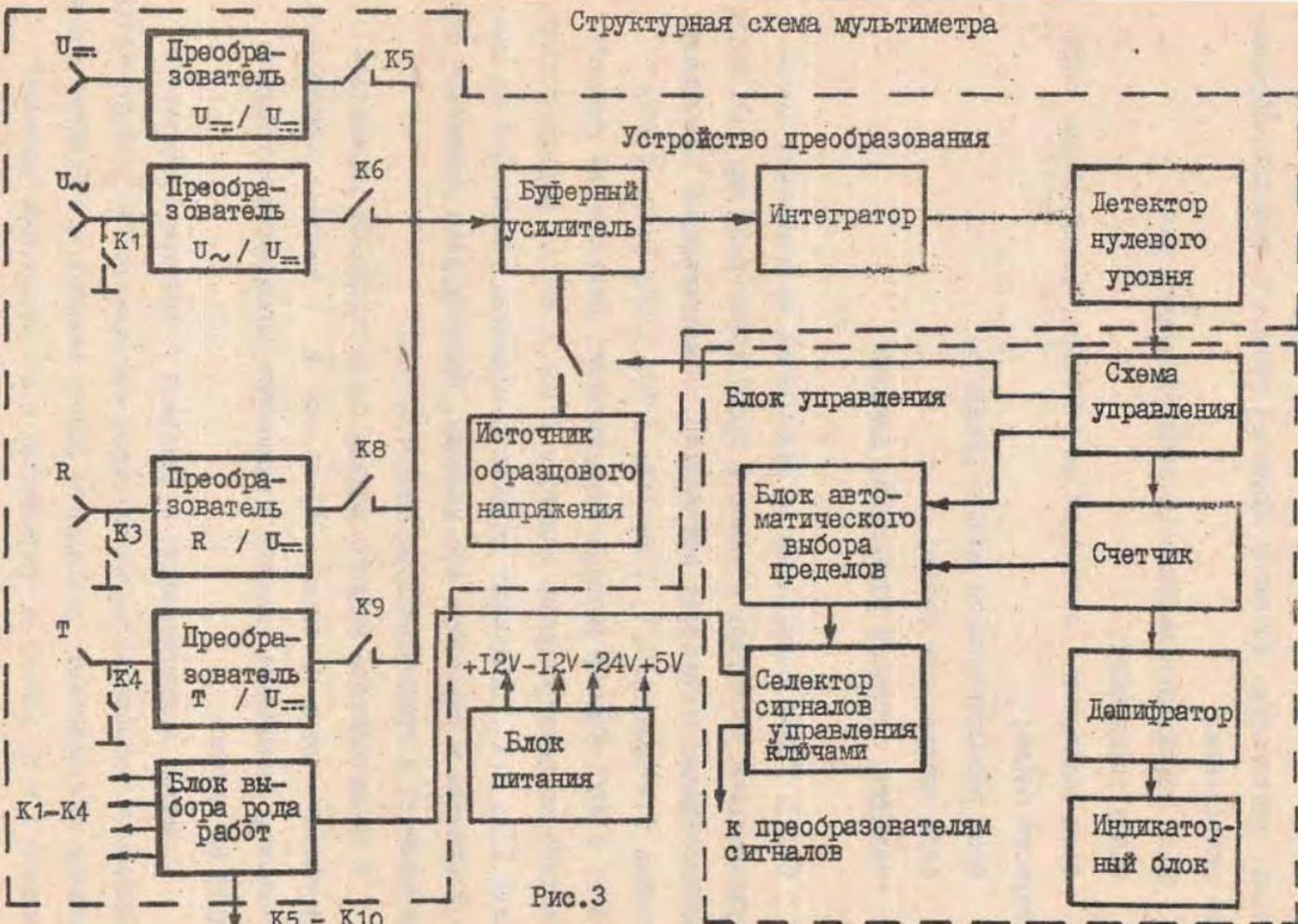


Рис. 3

преобразователи измеряемых величин в постоянное напряжение; аналого-цифровой преобразователь, включающий буферный усилитель, интегратор, детектор нулевого уровня и источник образцового напряжения.

Блок управления включает в себя следующие узлы:

схему управления;

блок индикации, состоящий из счетчика, дешифратора, индикаторного блока;

блок автоматического выбора пределов;

блок выбора рода работ;

селектор сигналов управления ключами.

5.1.1. Тракт вертикального отклонения представляет собой двухканальный усилитель с полосой пропускания 0–50 мГц. На входе каждого канала установлен аттенуатор, обеспечивающий ослабление сигнала в отношениях 1:1; 1:2; 1:4; 1:10; 1:20; 1:40; 1:100; 1:200; 1:400. Трансформатор сопротивления, разделяющий входные частотно-компенсированные делители 1:10; 1:100 от выходных делителей 1:2; 1:4, позволяет исключить элементы ослабления из схемы усилителя и упростить его наладку. Балансировка усилителя осуществляется в трансформаторе сопротивления.

В предусилителе каждого канала осуществляется управление перемещением луча на экране ЭЛТ по оси Y , плавная регулировка усиления, блокировка каналов и изменение полярности сигнала в одном из каналов.

В режиме инвертирования в канале А с помощью коммутатора полярности происходит изменение фазы сигнала на 180° . Коммутатор каналов обеспечивает: раздельную работу каналов А и Б; общую работу каналов А и Б; работу в прерывистом и в попередном режимах.

В прерывистом режиме каналы А и В переключаются коммутатором несинхронно с разверткой с частотой 500 kHz, при этом обеспечивается гашение луча ЭЛТ во время переключения каналов. В очередном режиме коммутация каналов производится синхронно с разверткой во время обратного хода луча.

В каждом канале усиления предусмотрен усилитель синхронизации, обеспечивающий необходимый уровень сигнала для работы схемы синхронизации. При этом с помощью коммутатора синхронизации производится выбор синхронизации от каналов А или Б, либо от обоих каналов.

После задержки сигналов, осуществляемой печатной симметричной линией задержки, сигнал поступает на вход оконечного усилителя, выход которого соединен с вертикально-отклоняющими пластинами ЭЛТ.

5.1.2. Тракт горизонтального отклонения

Тракт горизонтального отклонения состоит из схемы синхронизации и блока развертки и обеспечивает формирование пилообразного напряжения, усиление его и воздействие на горизонтально-отклоняющие пластины ЭЛТ. В блоке синхронизации производится выбор сигнала синхронизации и его формирование. В канале предусмотрены режимы внешней и внутренней синхронизации, а также режимы автоколебательной, ждущей и однократной развертки.

5.1.3. Усилитель импульсов подсвета, калибратор и схема управления ЭЛТ

При помощи усилителя импульсов подсвета осуществляется управление яркостью и подсветом луча ЭЛТ. Сигналы, поступающие на вход усилителя, преобразуются в импульсы, с помощью которых увеличивается или уменьшается яркость луча.

Для периодической калибровки коэффициентов отклонения и развертки служит встроенный калибратор. С помощью калибратора осуществляется также компенсация делителей 1:10 и 1:20.

Схема управления ЭЛТ обеспечивает необходимые режимы по постоянному току на электродах ЭЛТ, установку линий отклонения луча по вертикали и горизонтали параллельно линиям шкалы ЭЛТ, а также регулировку подсвета шкалы.

5.1.4. Мультиметр

В основу измерителя постоянного напряжения положен принцип двойного интегрирования. С помощью соответствующих преобразователей измеряемая величина преобразуется в постоянное напряжение. Измеряемое постоянное напряжение через ключ К5 поступает на вход буферного усилителя, а с его выхода — на вход интегратора.

В конце заданного промежутка времени t_1 выходное напряжение интегратора пропорционально измеряемому напряжению. В течение промежутка времени t_2 на вход интегратора через буферный усилитель подается образцовое напряжение, противоположное по полярности входному напряжению. Интегрирование опорного напряжения продолжается до тех пор, пока напряжение интегратора достигнет нулевого уровня. Затем интервал времени t_2 измеряется.

В схеме управления вырабатываются сигналы, управляющие аналоговой частью мультиметра, а также выводом информации на индикаторное устройство. Установленный в схеме управления кварцевый генератор вырабатывает стабильные импульсы с частотой 1 МГц, которые поступают на счетчик. Последний выполняет в мультиметре две функции:

через определенные промежутки времени подает импульсы в блок управления;

подсчитывает количество импульсов за время обратного интегрирования, пропорциональное измеряемой величине.

В момент прохождения выходного сигнала интегратора через нуль детектор нулевого уровня формирует в схеме управления команду, которая переписывает количество импульсов, записанное в счетчике за время обратного интегрирования в регистр памяти.

Количество импульсов, записанное в регистр памяти, преобразуется дешифратором в семисегментный код и высвечивается на индикаторном блоке.

Автоматический выбор рода работ осуществляется при подключении измерительного кабеля к соответствующему гнезду. При этом штеккер измерительного кабеля включает один из входных переключателей, в результате чего в блоке выбора рода работ устанавливается код, соответствующий выбранному роду работ. Блок автоматического выбора пределов (АВП) в зависимости от состояния счетчика выдает код необходимого предела измерения. Сигналы с блока выбора рода работ и с блока АВП поступают на селектор сигналов управления ключами. В зависимости от рода работы и предела измерения селектор управляет соответствующими аналоговыми ключами преобразователей.

Для питания мультиметра используется одна из обмоток силового трансформатора TrI блока питания осциллографа.

После выпрямления, фильтрации и стабилизации это напряжение преобразуется в переменное напряжение с частотой 20 кГц. Через разделительные трансформаторы, которые обеспечивают необходимое сопротивление изоляции и переходную емкость, это напряжение преобразуется в постоянные для питания схем (± 12 V, +5 V, минус 24 V).

Измеряемое постоянное напряжение, поступающее на входные

гнезда "U₋₋₋" и "0", воздействует на аналого-цифровой преобразователь (АЦП), входящий в состав преобразователя U_{---} / U_{---} .

Структурная схема преобразователя переменного напряжения в постоянное приведена на рис.4.

Преобразователь переменного напряжения представляет собой активный преобразователь, проградуированный по среднему квадратическому значению синусоидального напряжения, и состоит из частотно-компенсированного делителя, предварительного усилителя, операционного усилителя (OU), детектора и фильтра нижних частот (ФНЧ).

Детектор и делитель установлены в цепи отрицательной обратной связи OU. Постоянное напряжение, пропорциональное среднему квадратическому значению измеряемого синусоидального напряжения, через ФНЧ поступает на АЦП.

Измерение силы постоянного тока производится с помощью токового шунта. Напряжение с выхода шунта, пропорциональное измеряемой силе тока, подается на гнезда "U₋₋₋" и "0". Значения сопротивления шунта, соответствующие каждому пределу измерения силы тока, приведены в табл.2.

Таблица 2

Предел измерения	0,2 мА	2 мА	20 мА	200 мА	2А
Сопротивление шунта, Ω	1000	100	10	1,0	0,1

Структурная схема преобразователя сопротивления в постоянное напряжение приведена на рис.5.

Принцип преобразования сопротивления в постоянное напряжение состоит в том, что на измеряемом сопротивлении $R_{изм.}$ эталон-

Структурная схема преобразователя переменного напряжения
в постоянное

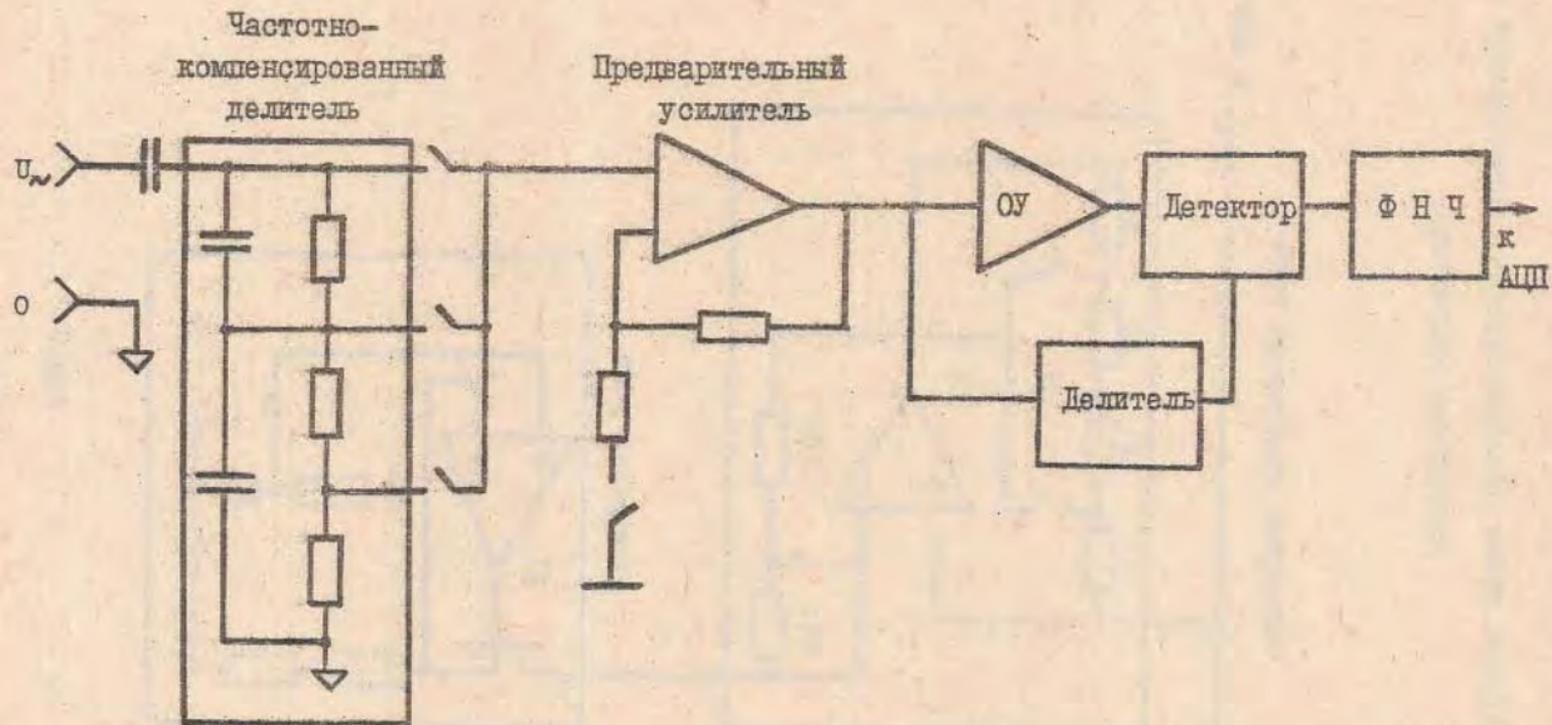


Рис. 4

Структурная схема преобразователя сопротивления в
постоянное напряжение

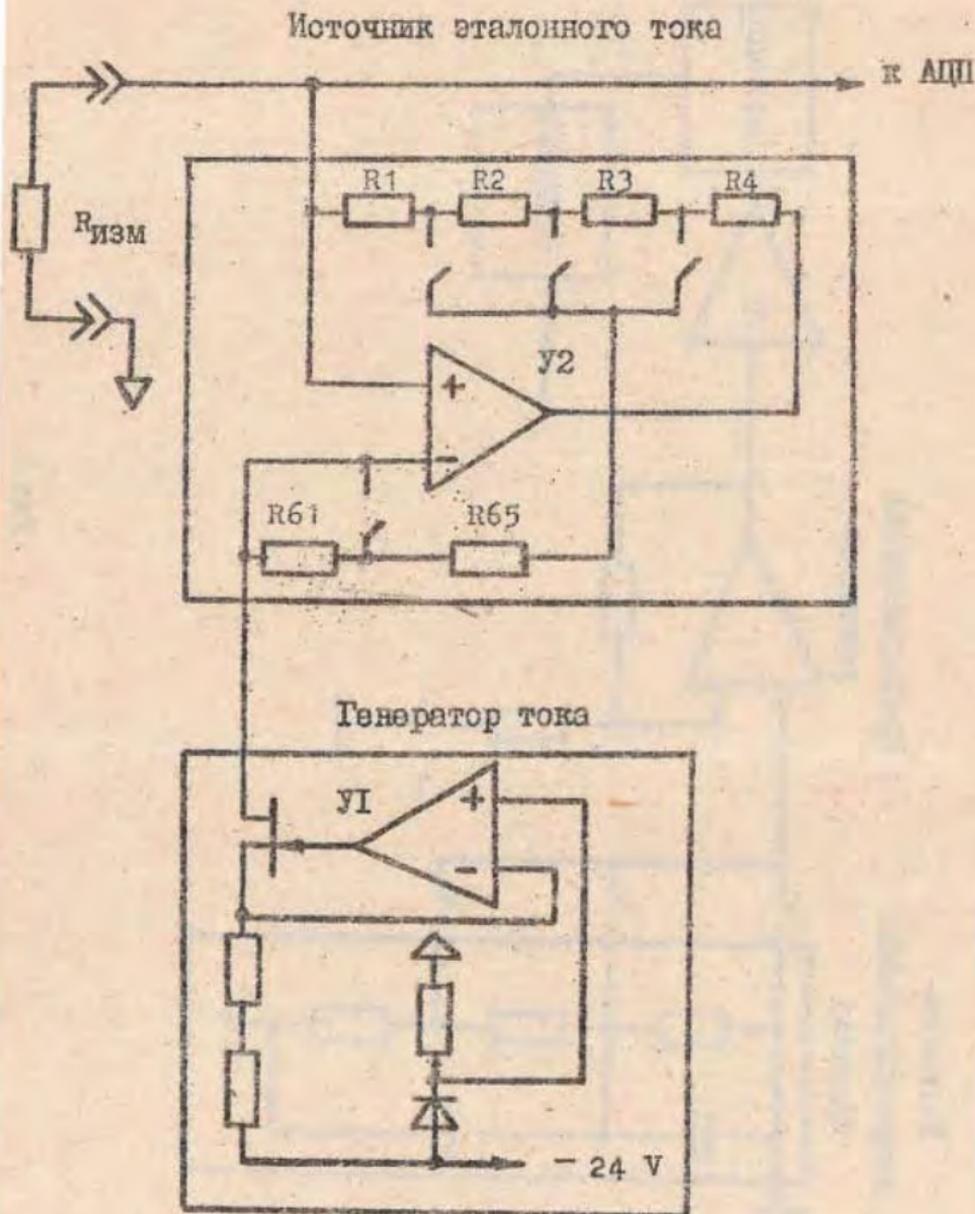


Рис.5

ный ток, не зависящий от значения измеряемого сопротивления, создает напряжение $U_{\text{изм.}}$, которое поступает на АЦП.

Преобразователь сопротивления состоит из генератора тока и источника эталонного тока. Генератор тока задает постоянный ток через резисторы R_{61} , R_{65} , на которых создается падение напряжения U . Поскольку потенциалы инверсного и неинверсного входов усилителя U_2 близки, напряжение, приложенное к резисторам R_1 , R_2 , R_3 , R_4 , равно U .

Напряжение U и установленное значение сопротивления резисторов R_1 - R_4 определяют силу тока через измеряемое сопротивление, значение которого в зависимости от предела измерения приведено в табл. 3.

Таблица 3

Предел измерения	0,2 кΩ	2 кΩ	20 кΩ	200 кΩ	2000 кΩ	20 МΩ
Значение силы эталонного тока, мА	I	I	0,0I	0,0I	0,0I	0,000I

Измерение температуры основано на линейной зависимости приращения напряжения на переходе эмиттер-база (ΔU_{EB}) транзистора при двух фиксированных значениях силы тока коллектора (I_{C1}, I_{C2}) от температуры.

Эта зависимость описывается формулами:

$$\Delta U_{\text{EB}} = T_x \frac{k}{q} \ln \left(\frac{I_{C1}}{I_{C2}} \right) \quad \text{или} \quad (8)$$

$$\Delta U_{\text{EB}} = T_x K_T, \quad (9)$$

где k - постоянная Больцмана;

q - элементарный заряд;

I_{C1}, I_{C2} - фиксированные значения силы тока коллектора;

T_x - температура перехода;

K_I - коэффициент, не зависящий от температуры.

Структурная схема преобразователя температуры в постоянное напряжение приведена на рис.6.

Генератор тока, управляемый устройством управления (УУ), задает два фиксированных значения силы тока коллектора транзистора T_1 (основного элемента датчика температуры). Импульсное напряжение на переходе эмиттер-база, амплитуда которого пропорциональна температуре перехода, подается на усилители (микросхемы $МС10, МС11$) и затем на синхронный детектор.

Напряжение на выходе детектора пропорционально измеряемой температуре по температурной шкале в кельвинах. Для получения показаний температуры по температурной шкале в градусах Цельсия в преобразователь температуры введен источник смещения.

Аналого-цифровой преобразователь состоит из двух частей: аналоговой и цифровой.

Аналоговая часть осуществляет преобразование измеряемого постоянного напряжения в пропорциональный его значению временной интервал; передачу в цифровую часть АЦП информации о значении и полярности измеряемого напряжения.

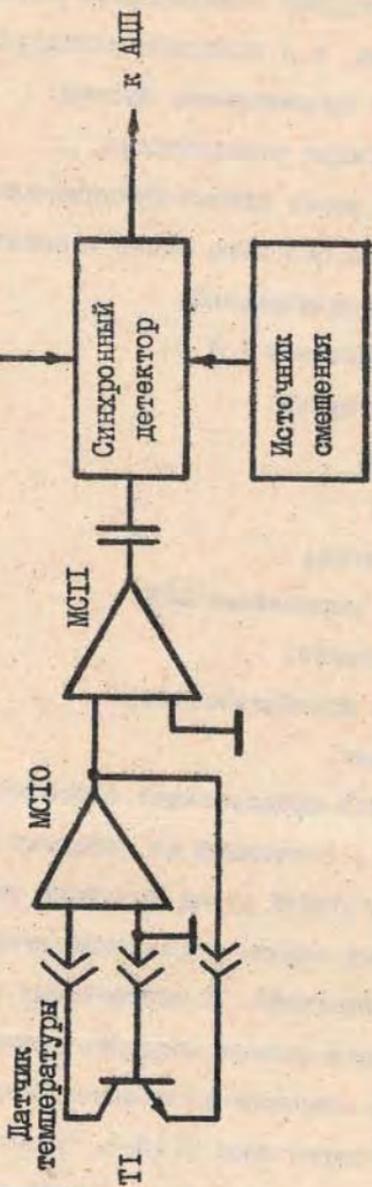
Цифровая часть осуществляет формирование импульсов управления аналоговой частью, преобразование временного интервала, пропорционального измеряемому постоянному напряжению, в цифровой код и автоматический выбор предела измерения.

Для ослабления помех общего вида вход мультиметра, аналоговая и цифровая части изолированы от корпуса осциллографа.

5.1.5. Пробник логический

Пробник логический обеспечивает одновременное наблюдение

Структурная схема преобразователя температуры в постоянное напряжение



восьми сигналов с выходов цифровых микросхем с уровнями напряжения не более 0,4 В (логический "0") и не менее 2,4 В (логическая "1"). Со входами осциллографа пробник соединяется коаксиальными кабелями, а с выводами исследуемой цифровой микросхемы — специальными миниатюрными щупами.

5.2. Конструкция осциллографа

Осциллограф имеет блочно-функциональную конструкцию и состоит из основного базового блока и десяти вставных блоков:

- устройство усилительное;
- усилитель выходной (Y);
- блок индикаторный;
- усилитель X;
- калибратор;
- блок развертки;
- устройство управления ЭЛТ;
- блок управления;
- устройство преобразования;
- блок питания.

Базовый блок представляет собой корпус размером 300x180x410 мм, состоящий из передней и задней рам, которые соединены между собой двумя боковыми стяжками. К стяжкам крепится поперечный экран, отделяющий отсек блока питания от других узлов осциллографа. К поперечному экрану крепится кронштейн, на боковой стенке которого установлен блок управления ЭЛТ. На экране закреплена объединительная плата, на которой установлены розетки типа РГН-3. Через эти розетки осуществляется электрическая связь всех блоков осциллографа. К передней раме и поперечному экрану крепятся два продольных экрана, которые делят осциллограф еще на три отсека. В центральном отсеке по оси симметрии базового блока установлена ЭЛТ в экране из

пермаллоя. В центральном отсеке вблизи ЭЛТ на продольных экранах закреплены печатные платы выходного усилителя (γ), калибратора и усилителя X.

В левом боковом отсеке расположено усилительное устройство, в которое входит печатные платы предварительного усилителя вертикального отклонения, усилителя синхронизации и два аттенюатора. Аттенюаторы установлены на плате предварительного усилителя, которая в свою очередь крепится к передней панели осциллографа. В левом отсеке к продольному экрану прикреплена печатная линия задержки.

В правом боковом отсеке установлен блок развертки, который крепится к передней панели. Центральный отсек спереди закрывается пластмассовым обрамлением, под которым на раме закреплен индикаторный блок.

В верхней части осциллографа над экраном ЭЛТ и блоком развертки расположен блок управления, который крепится к продольным экранам через изолирующие втулки. На блоке управления закреплено устройство преобразования, установленное в герметичном отсеке, и измерительные гнезда мультиметра. В отсеке блока питания за экраном ЭЛТ установлены платы блока питания мультиметра, которые закреплены на кронштейне. К боковой стенке этого кронштейна прикреплен блок управления ЭЛТ.

Блок питания осциллографа размещен в заднем отсеке осциллографа. Закрепленный на кронштейне высоковольтный выпрямитель установлен под силовым трансформатором, а кронштейн соединен с панелью, которая служит задней панелью осциллографа. На этой панели закреплен силовой трансформатор и все платы блока питания осциллографа.

Мощные транзисторы блока питания установлены на печатной плате с помощью специальных пластин, через которые производится

отвод тепла на панель блока питания. Плата расположена в задней части осциллографа и закрыта крышкой, изготовленной из стеклонеполненного полиамида. Электрическая связь блока питания с осциллографом осуществляется посредством специальной печатной платы.

Сверху и снизу осциллограф закрыт быстросъемными крышками, в которых предусмотрены отверстия для естественной вентиляции осциллографа и для доступа к регулируемым элементам. Осциллограф снабжен ручкой для переноса. Передняя панель осциллографа при транспортировании и хранении закрывается защитной пластмассовой крышкой.

Для контроля времени наработки в отсеке блока питания в левой нижней части осциллографа установлен счетчик наработки с предельным значением отсчета времени не менее 2500 h, который крепится к кронштейну высоковольтного выпрямителя.

6. УСТРОЙСТВО И РАБОТА СОСТАВНЫХ ЧАСТЕЙ ОСЦИЛЛОГРАФА

6.1. Тракт вертикального отклонения

6.1.1. Атенуатор (рис. 13 ТО1)

Входной сигнал через коаксиальную розетку III аттенуатора канала А поступает на контакт электромагнитного реле Р1, выполненного на основе магнитоуправляемого контакта МКА 10501.

Реле Р1 обеспечивает в замкнутом положении непосредственную подачу сигнала на вход частотнокомпенсированных делителей (открытый вход) и в разомкнутом - через конденсатор С2 (закрытый вход).

Частотнокомпенсированные делители осуществляют деление входного сигнала в отношении 1:1, 1:10, 1:100.

Подключение каждого делителя производится с помощью пары электромагнитных реле (1:1-Р2, Р5; 1:10-Р3; Р6; 1:100-Р4, Р7),

которые управляются программным кулачковым переключателем В1 (блок У14).

Для обеспечения частотной компенсации, т.е. одинакового коэффициента деления во всей рабочей полосе частот, используются подстроечные конденсаторы С8, С9. Подстроечные конденсаторы С6, С7 служат для обеспечения одинаковой входной емкости на всех частотнокомпенсированных делителях.

Резисторы, при помощи которых осуществляется деление, выбраны таким образом, чтобы значение входного активного сопротивления аттенуатора равнялось $1\text{ M}\Omega$ при всех коэффициентах деления. После ослабления частотнокомпенсированными делителями сигнал поступает на входной усилитель, предназначенный для согласования высокоомного сопротивления частотнокомпенсированных делителей с низкоомным входным сопротивлением предварительного усилителя и дополнительного деления сигнала с коэффициентами деления 1:1; 1:2; 1:4.

Реле Р7, управляемое кроме указанного переключателя В1 еще и переключателем В4, установленным в усилителе вертикального отклонения, дает возможность заземлить вход входного усилителя через резистор R9, не отключая входного сигнала.

Входной усилитель собран по схеме с параллельными каналами. Переменная составляющая сигнала поступает на истоковый повторитель, а постоянная - на операционный усилитель (микросхема МС1). Далее с истокового повторителя переменная составляющая поступает на эмиттерный повторитель Т2 и суммируется на резисторе R23 с постоянной составляющей, после чего через эмиттерный повторитель Т3 результирующий сигнал, поделенный делителем R30, R31, R32 в отношении 1:1, 1:2 или 1:4, поступает на вход предварительного усилителя вертикального отклонения. Необходимый делитель подключается ко входу предусилителя с помощью магнито-

управляемых контактов Р8, Р9, Р10 и переключателя В1 (блок У14). Диод Д1, защищает входной усилитель от перегрузки, а резистор Р3 БАЛАНС (блок У14) осуществляет балансировку усилителя.

Аттенуатор канала Б идентичен аттенуатору канала А.

6.1.2. Предварительный усилитель вертикального отклонения (рис.14 ТО1)

Предварительный усилитель вертикального отклонения состоит из предусилителя канала А, предусилителя канала Б, предусилителя синхронизации канала А, предусилителя синхронизации канала Б, коммутатора каналов, коммутатора синхронизации, каскада согласования с линией задержки, устройства выбора режима работы тракта вертикального отклонения.

Предусилитель канала А состоит из двух каскадов усиления, собранных на микросборках частотного применения МС1 и МС3.

Микросборки выполнены по схеме с вычитанием токов и представляют собой симметричный каскадный усилитель, у которого в каждом плече один транзистор по схеме с общей базой (ОБ) заменяет транзисторная пара.

Сигнал на выходе данного усилителя зависит от разности токов данных транзисторов. Микросборки МС1 и МС3 отличаются лишь типом транзисторов (микросборка МС1 собрана на п-р-п транзисторах, а МС3 - на р-п-р).

Сигнал с выхода аттенуатора через резистор Р6 поступает на вход усилителя на микросборке МС1, второй вход усилителя подключен к переменному резистору Р1, который осуществляет его балансировку.

Переменный резистор Р1? ПЛАВНО, меняя коэффициент усиления первого каскада, осуществляет плавную регулировку усиления. С помощью переменного резистора Р40 " ▽ ", являющегося нагрузкой усилителя, производится калибровка усиления. Усилитель на микросборке МС3 кроме усиления сигнала осуществля-

ет его инвертирование, включая с помощью переключателя В1 либо одну, либо другую из пар транзисторов по схеме с ОБ. Резистор R184 производит путем разбаланса усилителя на микросборке МС3 смещение в канале А.

Предусилитель канала В отличается от предусилителя канала А отсутствием функции инвертирования и наличием увеличения усиления в пять раз.

Усилитель на микросборке МС5 включен параллельно усилителю на микросборке МС4 и имеет усиление в пять раз больше. Одна из пар транзисторов по схеме ОБ этих усилителей находится в диодном включении и, открываясь либо закрываясь с помощью переключателя В2, она включает или выключает либо микросборку МС4, либо микросборку МС5. Резисторами R24, R192 осуществляется балансировка микросборок МС5, МС4 соответственно.

Сигналы предусилителя каждого канала подаются на входы коммутатора каналов, выполненного на микросборке МС6. Она содержит два балансных каскодных усилителя на транзисторах Т1-Т3. Коммутация каналов производится при помощи встречно включенных диодов микросборок Д1, Д2, управляемых ключами Т10, Т11. Открытые диоды блокируют сигнал, включая тем самым один из усилителей. Диоды в закрытом состоянии усилитель не блокируют. Таким образом, управление диодами обеспечивает необходимые режимы работы двухканального предусилителя. После суммирования сигналов обоих каналов на резисторах R97, R100 они подаются на дифференциальный каскад согласования с линией задержки, собранный на транзисторах Т1, Т2. Коллекторными нагрузками этого каскада являются резисторы R90, R101, сопротивление которых равно волновому сопротивлению линии задержки.

Генератор тока на транзисторе Т3 обеспечивает неизменность суммарного тока транзисторов Т1, Т2 в режиме суммирования.

С предусилителей каналов сигнал подается также на предусилители синхронизации на микросборках МС12 (предусилитель синхронизации канала А) и МС13 (предусилитель синхронизации канала Б).

Микросборки МС12 и МС13 включены по обычной каскадной схеме. Переменные резисторы RI76, RI79 служат для балансировки предусилителей синхронизации. Коммутатор синхронизации на микросборке МС10, на который поступают сигналы с предусилителей синхронизации, аналогичен коммутатору каналов.

После коммутатора синхронизации сигнал усиливается до необходимой для устойчивой синхронизации величины каскадным усилителем Т5, Т6, Т8, Т9 и через эмиттерный повторитель Т4 подается на схему синхронизации.

Схема управления каналами работает следующим образом. В режиме "А" с помощью переключателя В3 на установочный вход 3 триггера на микросхеме МС9 воздействует уровень логической "1" а на вход 5 уровень логического "0". При этом на выходах I2 и I0 соответственно возникают уровни "0" и "1".

Ключи на транзисторной сборке МС3 инвертируют эти сигналы, доводят их до уровня, необходимого для управления коммутатором, и, воздействуя на него, открывают канал А и блокируют канал Б. В режиме "Б" на установочный вход 3 с переключателя В3 подается логический "0", на вход 5 — логическая "1", в результате чего включается канал Б, а канал А блокируется. В режиме суммирования "А+Б" на оба установочных входа с помощью переключателя В3 воздействует уровень логического "0", что приводит к включению двух каналов.

В режиме "А и Б" на установочные входы триггера с помощью переключателя В3 подается уровень логической "1", а на счетный вход, в зависимости от положения переключателя

ВРЕМЯ/ДЕЛ блока VII, подаются импульсы, следующие либо с частотой развертки, либо с частотой мультивибратора (микросхема MC7). В первом случае осуществляется поочередная коммутация каналов, во втором – прерывистая.

Для гашения луча во время переходного процесса, возникающего в прерывистом режиме, прямоугольные импульсы с выхода 12 микросхемы MC7 поступают на вход усилителя импульсов подсвета. Выбор режима синхронизации осуществляется ключами на транзисторной сборке MCII, управляемыми переключателем B5.

6.1.3. UI3. Выходной усилитель (рис.12 ТО1)

Выходной усилитель состоит из трех усилительных каскадов. Первый усилительный каскад на транзисторах T1, T2 собран по схеме с общим эмиттером. Резистор R8 служит для центровки луча на экране ЭЛТ. Второй усилительный каскад на транзисторах T3-T6 и третий усилительный каскад T7-T10 собраны по каскадной схеме типа ОЭ-ОБ с последовательным питанием. Элементы R9, R19, R21, R39, C8, C15 служат для регулировки амплитудно-частотной характеристики. Схема термокомпенсации D1, D2, R4, R6-R8, R10 обеспечивает частотную коррекцию усилителя при изменении температуры окружающей среды. С коллекторов транзисторов T9, T10 сигнал воздействует на вертикально отклоняющие пластины ЭЛТ.

6.2. Тракт горизонтального отклонения

6.2.1. VII. Блок развертки (рис. II альбома схем)

Блок развертки состоит из схемы синхронизации и схемы развертки.

6.2.1.1. Схема синхронизации

Схема синхронизации включает в себя схему выбора источника синхронизации, входной истоковый повторитель, коммутатор, переключатель полярности и формирователь.

В схему выбора источника синхронизации входит переключатель B2 и частотнокомпенсированный делитель R7, C3, R8, C4.

Схема выбора источника синхронизации обеспечивает следующие режимы работы: синхронизацию от внутреннего источника сигнала, синхронизацию от сети, синхронизацию от внешнего источника.

Входной истоковый повторитель собран на полевых транзисторах Т7, Т8. В цепи затвора транзистора Т7 установлен ограничитель амплитуды сигнала на диодах Д3-Д5, Д7 и переключатель В3.2 открытого или закрытого входа.

Собранный на микросборке МС3 коммутатор представляет собой дифференциальный усилитель с генератором тока (транзистор Т11). При разомкнутых контактах В1-20 переключателя ВРЕМЯ/ДЕЛ сигнал синхронизации поступает на переключатель полярности. При замкнутых контактах В1-20 переключателя ВРЕМЯ/ДЕЛ сигнал поступает на вход усилителя горизонтального отклонения (контакт 3 вилки Ш2). С помощью переменного резистора R1 УРОВ, размещенного на передней панели прибора, осуществляется выбор уровня запуска развертки. В положении "→) X" переключателя ВРЕМЯ/ДЕЛ цепь регулировки уровня контактами В1-18 подключается к общей шине.

Переключатель полярности на микросборке МС5 обеспечивает выбор полярности сигнала синхронизации.

Когда кнопка переключателя В3-3 находится в положении "+", на резисторе R84 появляется напряжение, совпадающее по фазе с входным сигналом синхронизации. В положении "- " переключателя В3-3 на резисторе R84 появляется напряжение, противофазное входному сигналу синхронизации. С помощью переменного резистора R85 постоянная составляющая сигнала синхронизации устанавливается такой, чтобы при переключении полярности сигнала синхронизации не изменялся уровень запуска развертки.

Формирователь состоит из эмиттерного повторителя (тран-

эмиттер Т17, триггера Шмитта (транзисторы Т18, Т20, Т21, Т22) и дифференцирующего устройства (транзисторы Т25, Т26). Триггер Шмитта включает в себя два каскодных усилителя, охваченных положительной обратной связью. Выходной сигнал триггера Шмитта с коллектора транзистора Т21 через конденсатор С32 воздействует на эмиттеры транзисторов Т25, Т26. С коллекторов транзисторов Т25, Т26 импульсы поступают на вход схемы управления разверткой, которая состоит из триггера управления разверткой и схемы автозапуска.

Триггер управления разверткой содержит транзисторы Т33, Т37 и ключевые транзисторы Т32, Т35, Т34. Когда схема развертки работает в ждущем режиме, импульс синхронизации с коллектора транзистора Т25 воздействует на базу транзистора Т32 и открывает его. Импульс положительной полярности на коллекторе транзистора Т37 осуществляет запуск генератора пилообразного напряжения, и это состояние сохраняется до тех пор, пока импульс с выхода схемы блокировки не откроет ключ на транзисторе Т36; после чего транзисторы Т32, Т33, Т35, Т37 устанавливаются в исходное состояние. В таком устойчивом состоянии триггер управления разверткой остается до прихода следующего импульса синхронизации на базу транзистора Т32. В режиме "→) X" ключ на транзисторе Т34 блокирует триггер управления разверткой.

Схема автозапуска собрана на транзисторах Т28, Т27, Т31. С коллектора транзистора Т26 импульсы синхронизации поступают на базу транзистора Т27 и открывают его. За счет положительной обратной связи транзисторы Т28, Т27 входят в режим насыщения, конденсатор С44 разряжается, а диод Д4 закрывается. В результате транзистор Т31 закрывается независимо от положения переключателя В3-4.

В автоматическом режиме через резистор RI24 проводится заряд конденсатора С44. На частотах синхронизации менее 30 Нз конденсатор С44 заряжается до напряжения, при котором открывается диод Д14 и транзистор Т31. При этом ключ Т31 через резистор RI30 открывает транзистор Т32 триггера управления разверткой, и схема развертки начинает работать в автоматическом режиме.

6.2.1.2. Схема развертки

В состав схемы развертки входят генератор пилообразного напряжения, схема восстановления начального уровня развертки, схема блокировки и схема управления блокировкой.

Генератор пилообразного напряжения выполнен по схеме интегратора Миллера на удвоенном полевом транзисторе TI5, транзисторе TI9, MC6 и времязадающих элементах RI42-RI49, С49-С55. В момент запираания транзистора MC6-2 начинается разряд времязадающих конденсаторов, включенных в цепь отрицательной обратной связи усилителя на транзисторах TI5, TI9, MC6-1, через один из времязадающих резисторов и транзистор MC6-1. Разрядный ток конденсаторов определяется отношением падения напряжения на времязадающем резисторе к его номинальному сопротивлению и может регулироваться переменными резисторами RI36 ПЛАВНО и RI18 " ▽ ". При этом эмиттерный повторитель на транзисторе Т30 выполняет функции регулируемого источника постоянного напряжения. Пилообразное напряжение развертки через эмиттерный повторитель (транзистор Т24) подается на выходную коаксиальную розетку " $\ominus \rightarrow \nabla$ ".

Заряд времязадающих конденсаторов до начального уровня происходит через разрядный транзистор MC6-2 и источник тока на транзисторе TI9.

Схема восстановления начального уровня развертки пред-

ставляет собой дифференциальный усилитель на транзисторах Т23, Т29, вход которых через диод Д10 соединен с выходом генератора пилообразного напряжения, а выход - через диод Д11 с его входом (эмиттер транзистора МС6-2). Когда напряжение на выходе генератора пилообразного напряжения достигает значения, при котором диод Д10 открывается, транзистор Т23 закрывается, а транзистор Т29 открывается. При этом открывается диод Д11 и замыкается цепь отрицательной обратной связи и ток заряда времязадающих конденсаторов через транзистор МС6-2 уменьшается до значения, равного протекающему через времязадающий резистор току. При этом на входе и выходе интегратора Миллера устанавливаются напряжения, определяемые напряжением отпираания диода Д10. Такое состояние сохраняется до момента запираания транзистора МС6-2 сигналом с коллектора транзистора Т37.

Пилообразное напряжение развертки воздействует на вход схемы блокировки, содержащей инвертирующий усилитель Э (транзистор Т12), эмиттерный повторитель (транзистор Т10), источник постоянного тока (транзистор Т9), блокировочные конденсаторы С8, С9, С12, С14 и триггер блокировки (транзисторы Т2, Т6).

Во время прямого хода развертки эмиттерный повторитель (транзистор Т10) через резистор R37 разряжает блокировочные конденсаторы до напряжения опрокидывания триггера Шмитта (транзисторы Т2, Т6). Транзистор Т6 открывается, транзистор

T2 закрывается, и на базе эмиттерного повторителя T36 появляется высокий потенциал, определяемый падением напряжения на открытых диодах Д19 - Д21. Триггер управления разверткой переходит в другое состояние, и начинается обратный ход развертки.

Блокировочные конденсаторы через источник тока на транзисторе T9 заряжаются до нижнего порога срабатывания триггера блокировки, триггер переходит в исходное состояние, закрывая транзистор T36. При этом триггер управления разверткой подготовлен к приему очередного запускающего импульса синхронизации. Изменение тока заряда соответствующего блокировочного конденсатора и времени блокировки конденсатора и времени блокировки осуществляется переменным резистором СТАБ. За время блокировки в генераторе пилообразного напряжения завершаются переходные процессы и восстанавливается начальный уровень развертки.

В однократном режиме работы развертки вывод "а" резистора R45 заземляется, ограничивая напряжение заряда блокировочных конденсаторов на уровне, превышающем нижний порог срабатывания триггера блокировки. Последний возвращается в исходное состояние, разрешая запуск триггера управления после нажатия кнопки переключателя ВЗ-1 ГОТОВ. При этом через транзисторы Т1, Т3 включается светодиод Д1 ГОТОВ, сигнализирующий о готовности развертки к запуску. После окончания прямого хода развертки светодиод гаснет. Загорание светодиода осуществляется очередным нажатием кнопки ГОТОВ.

Импульсы прямого хода развертки через резисторы R9, R3 поступают на коммутатор каналов тракта вертикального отклонения и через эмиттерный повторитель на транзисторе T5 и резистор R6 на усилитель импульсов подсвета.

6.2.2. У6. Усилитель X (рис.7 альбома схем)

Пилообразное напряжение развертки или сигнал внешней развертки луча поступают на усилитель с блока развертки через розетку III.

Сигнал внешней развертки луча через резистор R1 воздействует на эмиттер транзистора T1, включенного по схеме с ОБ. Коллекторной нагрузкой транзистора T1 является усилительный каскад на транзисторе T2, охваченный цепью отрицательной обратной связи R7, C5. Коллекторной нагрузкой транзистора T2 является источник тока на транзисторе T3. Диод D1 защищает транзистор T2 от большого запирающего напряжения на его базе, а с помощью подстроечного конденсатора C5 регулируется полоса пропускания каскада.

Сигнал горизонтального отклонения луча через электромагнитное реле P2 или P3 поступает на входе дифференциального усилителя (транзисторы T4, T5). Корректирующая цепь R26, C10 предотвращает возбуждение усилителя на высокой частоте. В другое плечо дифференциального усилителя (база транзистора T5) подается напряжение с переменных резисторов P2 ("  ") и

R4 ("  ") блока развертки, осуществляющих грубое и плавное смещение изображения на экране осциллографа. Коэффициент усиления усилителя X определяется сопротивлением, включенным между эмиттерами транзисторов T4, T5. Переменными резисторами R8 и R3 усилитель калибруется в обычном режиме (реле P1 выключено) и в режиме растяжки "x10" (реле P1 включено) соответственно. Противофазные сигналы поступают с коллекторов транзисторов T4, T5 на выходной усилитель (транзисторы T6-T15). Каждое плечо выходного усилителя содержит эмиттерные повторители (транзисторы T6, T7 и T8, T9) и усилительные каскады (транзисторы T10-T12 и T13-T15), охваченные цепями отрицательной обратной связи R27, C11, C22 и R28, C12, C23. Транзисторы T10, T11 и T14, T15 являются динамическими нагрузками транзисторов T12 и T13, включенных по схеме с ОЭ. Конденсаторы C13, C15, C17, C24 и C14, C16, C18, C25 увеличивают усиление каскадов на высокой частоте. Подстроечные конденсаторы C11, C12 служат для регулировки линейности усилителя при наименьших значениях коэффициента развертки.

6.3. Усилитель импульсов подсвета (рис.5 T01)

Импульсы подсвета поступают с блока развертки через вилок W2 на базу транзистора T3. На транзисторах T3, T4 собран дифференциальный усилитель с диодами D5 и D6 в эмиттерных цепях, причем диоды служат для ограничения тока транзистора T4. На вилок W3 подается сигнал яркостной модуляции с коаксиальной

розетки " $\rightarrow \odot Z$ ". Диоды Д1 и Д4 ограничивают амплитуду входного сигнала на уровне минус 0,7 и +5,7V. Сигнал яркостной модуляции через истоковый повторитель (транзистор Т1), эмиттерный повторитель (транзистор Т2) и резистор R10 поступает на эмиттер транзистора Т3. Когда потенциал эмиттера транзистора Т3 становится выше потенциала эмиттера транзистора Т4, то диод Д5 запирается. При этом максимальный ток транзистора Т4 ограничивается значением, определяемым величиной резистора R12. Через розетку Ш2 на анод диода Д7 поступает сигнал гашения луча с усилителя вертикального отклонения. При наличии на аноде диода Д7 напряжения положительной полярности с уровнем, соответствующим логической "1", диод Д7 открывается, потенциалы базы и эмиттера транзистора Т2 становятся высокими, и транзистор Т3 открывается, что соответствует минимальной яркости луча. Сигнал с коллектора транзистора Т3 поступает на эмиттер транзистора Т5, включенного по схеме с ОБ. Выходной усилитель импульсов подсвета содержит эмиттерные повторители Т6, Т7 и транзисторы Т8, Т9, включенные по схеме с ОЭ, причем каждый из этих транзисторов является динамической нагрузкой другого. Усилитель охвачен цепью отрицательной обратной связи R22, С13. Подстроечные элементы R20, С13 служат для регулирования переходной характеристики усилителя и обеспечивают равномерную яркость линии развертки. Конденсаторы С14 и С16 способствуют расширению полосы пропускания усилителя.

6.4.У5. Калибратор (рис.6 ТО1)

Калибратор собран на основе операционного усилителя (микросхема МС1). Выходной сигнал имеет форму меандра с частотой следования 2 кГц и размахом 0,5 В. Генерация сигналов обеспечивается положительной обратной связью с выхода 6 на неинвертирующий вход 3 через резистивный делитель R6, R7, R8. Конденсатор С2 заряжается до напряжения, определяемого стабилитронами Д1, Д2, в зависимости от полярности напряжения на выходе операционного усилителя через резистор R3 (в положении РАБОТА переключателя В1). При равенстве напряжений на входах 2,3 микросхемы МС1 напряжение на выходе 6 изменяет полярность на противоположную и конденсатор С2 перезарядится до напряжения, определяемого делителем R6, R7, R8. С помощью стабилитронов Д1, Д2 формируется меандр, амплитуда которого определяется напряжением стабилизации стабилитронов, а частота — постоянной времени цепи обратной связи и коэффициентом деления делителя R6, R7, R8. Резистивный делитель R9, R10, R11 определяет амплитуду выходного сигнала калибратора.

Для измерения амплитуды выходного сигнала калибратора переключатель В1 устанавливается в положение КОНТРОЛЬ. При этом в цепь обратной связи вводятся дополнительные резистор R1 и конденсатор С1, в результате чего частота выходного сигнала уменьшается до 0,2 Гц.

6.5. Схема управления ЭЛТ (рис.5 ТО1)

Напряжение 1600 в поступает на вилку Ш1 и с помощью делителя напряжения распределяется на электроды ЭЛТ.

На переменные резисторы, осуществляющие регулировку яркости луча "  ", фокусирование "  " и дополнительное фокусирование луча "  ", напряжения подаются с разъемов Ш4, Ш5. К кон-

тактам I, 2, 3 разъема Ш4 подключается резистор регулирования яркости, а к контактам 7, 8, 9, 10 - резисторы фокусирования и дополнительного фокусирования (астигматизма). С вилки Ш5 напряжения подаются на остальные электроды ЭЛТ.

6.6.У16.Мультиметр (рис.23 ТО1)

6.6.1.У7. Устройство преобразования (рис.8 ТО1)

Измеряемое постоянное напряжение поступает на делитель, выполненный на резисторах R42-R51. Коэффициент передачи делителя, в зависимости от выбранного предела измерения, устанавливается контактами 1-3 реле Р1 и ключами на транзисторах Т16, Т17. Во время прямого интегрирования измеряемое постоянное напряжение через ключи на транзисторах Т7, Т18 и буферный усилитель на микросхеме МС4 поступает на вход интегратора на микросхеме МС5. Коэффициент передачи буферного усилителя, в зависимости от выбранного предела измерения, устанавливается ключами на транзисторах Т11, Т13. Постоянная времени интегрирования определяется элементами R34 и С26.

Во время обратного интегрирования разряд интегратора происходит от источника опорного напряжения, который предназначен для получения постоянных напряжений минус 2v и минус 0,2v, имеющих высокую температурную и временную стабильность. Опорное напряжение снимается со стабилитрона Д9 и преобразуется в напряжение 0,2v и 2v с помощью делителя R76-R85. Разряд интегратора от источника опорного напряжения 0,2v происходит при измерении напряжений (сопротивлений) на пределах измерения 0,2; 20 v (0,2; 20 kΩ) и при измерении температуры.

Увеличение коэффициента передачи буферного усилителя в 10 раз позволяет в этом случае достигнуть уменьшения погрешности

измерения за счет точного определения детектором нулевого уровня (ДНУ) на микросхеме МС6 момента перехода выходного напряжения интегратора через нуль.

При достижении выходным напряжением интегратора нулевого значения на выходе ДНУ возникает крутой перепад напряжения. Транзистор Т15 служит для трансформирования выходного напряжения ДНУ до значения, необходимого для управления логическими схемами.

Преобразователь сопротивления в постоянное напряжение состоит из генератора тока на микросхеме МС9, источника эталонного напряжения на микросхеме МС8 и делителя R58-R71.

Постоянное напряжение, пропорциональное измеряемому сопротивлению, не более $0,2 \text{ V}$ на пределах измерения $0,2$ и $20 \text{ k}\Omega$ и 2 V — на остальных пределах измерения.

Преобразователь переменного напряжения в постоянное напряжение состоит из частотно-компенсированного делителя, входного усилителя на микросхеме МС2, однополупериодного линейного детектора и фильтра нижних частот.

Частотно-компенсированный делитель имеет три ступени деления. Коэффициент передачи делителя, в зависимости от выбранного предела измерения, устанавливается контактами 1-3 реле Р1 и ключами на транзисторах Т1, Т2. Переменное напряжение с выхода делителя через входной усилитель (МС2), коэффициент передачи которого устанавливается ключами на транзисторах Т3, Т4 в зависимости от предела измерения, поступает на вход линейного детектора.

Диоды Д1, Д2 и резистор R6 служат для защиты входного усилителя (МС2) от перегрузки.

Цепочка элементов R5, C9 служит для компенсации частотной характеристики входного усилителя (MC2) на высоких частотах.

Входной усилитель на пределах измерения 0,2; 20 В имеет коэффициент передачи $K=10$, на остальных пределах — $K=1$.

Однополупериодный линейный детектор состоит из усилителя на микросхеме MC3, детектирующих диодов Д3, Д4, делителя отрицательной обратной связи на резисторах R13, R15, R16, R19–R21.

Режим работы усилителя (MC3) стабилизирует отрицательная обратная связь по постоянному току через резисторы R14, R18 и конденсатор C13.

Фильтр нижних частот выполнен на элементах R22, R23, R25, C19, C20.

Преобразователь температуры в постоянное напряжение состоит из токозадающего генератора на транзисторе Т30, управляемого мультивибратором на микросхеме MC12, синхронного детектора на транзисторах Т31, Т32, операционных усилителей на микросхемах MC10, MC11 и источника смещения на стабилитроне Д12.

Генератор тока через разъем III задает два значения силы тока коллектора бескорпусному транзистору Т1, который является датчиком температуры (рис. 18 ТО1). Напряжение на переходе эмиттер–база (ΔU_{EB}) этого транзистора является функцией температуры перехода.

Напряжение ΔU_{EB} усиливается операционными усилителями (MC10, MC11) и поступает на детектор (Т31, Т32), синхронизированный частотой мультивибратора. Напряжение на выходе детектора пропорционально значению температуры перехода транзистор–датчик в кельвинах.

Для получения показаний температуры в градусах Цельсия на детектор подается смещение со стабилитрона Д12 и делителя R99,

RI01, RI02.

Постоянное напряжение, равное по значению и знаку измеряемой температуре, поступает на вход АЦП через ключ на транзисторе ТЗЗ.

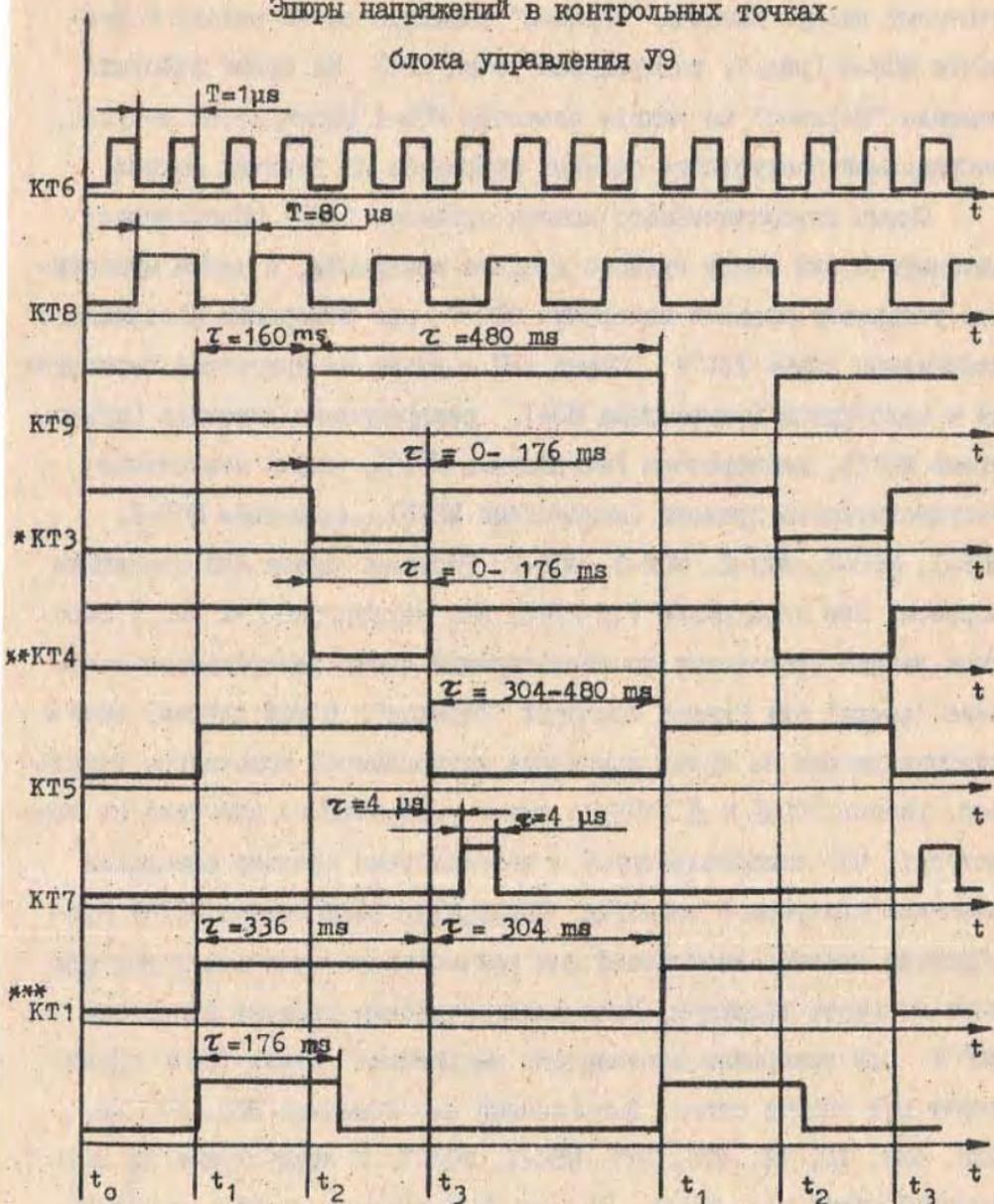
6.6.2. У9. Блок управления (рис.9 ТО1)

Генератор счетных импульсов (ГСИ) выдает последовательность импульсов с частотой повторения, равной 12,5 кГц (рис.7, контрольная точка КТ8). ГСИ состоит из кварцевого генератора, выполненного на микросхемах МС23-1, МС23-2, МС13-4, и делителя на 80, выполненного на микросхемах МС19, МС21. Частота генерации кварцевого генератора постоянна и равна 1000 кГц (рис.7, контрольная точка КТ6). Счетчик данных (микросхемы МС26-МС29) выполняет в мультиметре несколько функций. Он формирует такт измерения ($T=640 \text{ мс}$) и время прямого интегрирования, равное 160 мс (рис.7, контрольная точка КТ9). Счетчик данных представляет собой три двоично-десятичных (микросхемы МС26-МС28) счетчика и один двоичный (микросхема МС29) счетчик, которые работают в коде 1-2-4-8.

Для хранения числовой информации, поступающей со счетчика данных в регистр на время такта измерения, служит регистр памяти (микросхемы МС30-МС33). Запись информации происходит по команде "Перенос" в конце измерения. Данные измерения с выхода регистра памяти поступают на дешифраторы (микросхемы МС35-МС38), после которых в семисегментном коде поступают в индикаторный блок через разъемы Ш5-Ш8.

Схема формирования переноса служит для формирования в конце измерения команды "Перенос". Работа схемы осуществляется следующим образом. В конце измерения на входе инвертора (микросхема МС1-1) происходит перепад напряжения, который устанавливает триггер (микросхема МС7-2) в состояние логической "1". С этого момента счетчик (микросхема МС20) подсчитывает восемь импульсов, после чего блокируется по

Эпюры напряжений в контрольных точках
блока управления У9



* При измерении постоянного напряжения положительной полярности.

** При измерении постоянного напряжения отрицательной полярности.

*** В режиме перегрузки.

Рис.7

счетному входу. Команда "Перенос" формируется на выходе 8 элемента МС8-3 (рис.7, контрольная точка КТ7). На время действия команды "Перенос" на выходе элемента МС8-4 формируется импульс, запрещающий поступление счетных импульсов на счетчик данных.

Схема автоматического выбора пределов (АВП) обеспечивает автоматический поиск нужного предела измерения, а также мгновенную установку предела измерения 200 В при измерении постоянного напряжения свыше 130 В. Схема АВП состоит из триггеров перегрузки и недогрузки (микросхема МС4), реверсивного счетчика (микросхема МС11), дешифратора (микросхема МС16), схемы исключения несуществующего предела (микросхема МС15), микросхем МС6-1, МС8-1, МС2-1, МС2-2, МС2-3, МС8-2. Работает схема АВП следующим образом. При перегрузке (≥ 2200) или недогрузке (< 200) счетчика данных происходит соответствующий сдвиг реверсивного счетчика "вверх" или "вниз" командой "Перенос". В том случае, если в счетчик данных за время измерения записывается количество импульсов, равное $200 \leq N \leq 2199$, то сдвиг реверсивного счетчика не происходит, что свидетельствует о соответствии предела измерения значению измеряемой величины. Дешифратор (микросхема МС16) преобразует двоично-десятичный код реверсивного счетчика в код одного из шести пределов. Мгновенная установка предела измерения 200 В при измерении постоянного напряжения свыше 130 В происходит при помощи схемы, выполненной на элементах R30, Д7, Д8, R33, R37, Т2, Т3, R25, R27, МС6-1, МС8-1. В этом случае из аналоговой части на диоды Д7 или Д8 поступает сигнал, в результате чего открывается один из транзисторов Т2, Т3 и на входах 2,3 микросхемы МС6-1 возникает логическая "1". Отрицательный перепад напряжения, возникающий при этом на входе П1 реверсивно-

го счетчика (микросхема МС11), устанавливает на его выходах код, соответствующий пределу измерения 200 ν . Этот же код устанавливается на выходе счетчика при несуществующем пределе измерения. Определение несуществующего предела измерения осуществляет микросхема МС15.

Схема управления аналоговыми ключами разделяется на схему управления динамическими аналоговыми ключами и схему управления статическими аналоговыми ключами. Схема управления динамическими аналоговыми ключами вырабатывает следующие четыре команды, которые изменяются в течение одного такта измерения: "Прямое интегрирование", "Включение положительного опорного напряжения", "Включение отрицательного опорного напряжения", "Коррекция". Команда "Прямое интегрирование" формируется счетчиком данных на микросхеме МС22-3 (рис.7, контрольная точка КТ9). Команды включения опорного напряжения формируются следующим образом. В конце прямого интегрирования в триггер (микросхема МС7-1) записывается состояние ДНУ, выход которого связан через разъем Ш/16 со входами 2, 3 микросхемы МС1-1.

Состояние ДНУ содержит информацию о полярности измеряемого напряжения, а следовательно, и о полярности опорного напряжения, которое необходимо подать во время обратного интегрирования. Эта информация поступает на входы микросхем МС9-1, МС9-2, куда поступают также команда "Прямое интегрирование" и сигнал конца измерения. В зависимости от состояния ДНУ на время обратного интегрирования на выходах микросхем МС9-1, МС9-2 формируются команды включения положительного или отрицательного опорного напряжения (рис.7, контрольные точки КТ3, КТ4).

Команда "Коррекция" формируется на выходе I2 микросхемы МС1-4 в момент времени, когда обратное интегрирование окончилось,

а прямое интегрирование еще не началось.

Схема управления статическими аналоговыми ключами производит включение аналоговых ключей в соответствии с программой, показанной на рис.8. Состояние ключей в течение одного такта измерения остается неизменным.

Информация о пределе измерения поступает с выхода дешифратора МС16. Информация о роде работы поступает от микропереключателей, расположенных на входных гнездах. Наличие логического "0" на одном из контактов 4,3,2 блока управления У9 соответствует выбранному роду работ ("U₌₌", "U_~", "R"). Сигналы управления динамическими и статическими аналоговыми ключами поступают в аналоговую часть через преобразователи уровней, выполненные на транзисторных сборках МС3, МС5-1, МС5-2, МС10, МС17-1, МС18.

Схема управления индикацией полярности выполняется на микросхеме МС34. Информация о знаке полярности поступает с выхода триггера (микросхема МС7-1). При измерении постоянного напряжения положительной полярности на выходе 6 микросхемы МС34 устанавливается логический "0". При этом на индикаторном табло возникает знак "+".

При измерении напряжения отрицательной полярности логический "0" устанавливается на выходе 8 микросхемы МС34. При этом на индикаторном табло появляется знак "-". При измерении синусоидального напряжения, электрического сопротивления на выходах 6 и 8 микросхемы МС34 устанавливаются состояния логической "1". При этом знаки полярности не индицируются.

Схема управления индикацией перегрузки работает следующим образом. При насчитывании счетчиком данных (микросхемы МС28-МС29) 2200 импульсов на выходе 12 триггера (микросхема МС4) возникает логическая "1".

Программа замыкания аналоговых ключей

Род работн	Предел измере- ния	Ключ 1	Ключ 2	Ключ 3	Ключ 4	Ключ 6	Ключ 7	Ключ 8	Ключ 9	Ключ 10	Ключ 11	Положение за- пятой на инди- каторном табло
Постоянное напряжение	0,2 V	0	0	0	1	0	1	0	0	1	X	,XXXX
	2 V	1	0	0	1	0	1	0	0	1	X	X,XXX
	20 V	0	0	0	1	0	0	1	0	1	X	XX,XX
	200 V	1	0	0	1	0	0	1	0	1	X	XXX,X
	2000 V	1	0	0	1	0	0	0	1	1	X	XXXX
Синусои- дальное напряжение	0,2 V	1	1	0	0	0	1	0	0	1	1	,XXXX
	2 V	1	1	0	0	0	1	0	0	1	0	X,XXX
	20 V	1	1	0	0	0	0	1	0	1	1	XX,XX
	200 V	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	XXX,X
	2000 V	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0	XXXX
Сопротив- ление	0,2 kΩ	0	0	1	0	0	1	0	0	1	X	,XXXX
	2 kΩ	1	0	1	0	0	1	0	0	1	X	X,XXX
	20 kΩ	0	0	1	0	0	0	1	0	1	X	XX,XX
	200 kΩ	1	0	1	0	0	0	1	0	1	X	XXX,X
	2000 kΩ	1	0	1	0	0	0	0	1	1	X	XXXX
	20 MΩ	1	0	1	0	0	0	0	0	0	X	XX,XX
Температура	100 °C	0	0	0	0	1	X	X	X	X	X	XXX,X

0 - ключ разомкнут;

1 - ключ замкнут;

X - безразличное состояние

которая инвертируется микросхемой МС1-3 и блокирует по входу 4 дешифраторы (микросхемы МС35-МС38). Выходы дешифраторов (МС35-МС38) переходят при этом в состояние логической "1", и индикаторное табло гаснет. На время прямого интегрирования триггер (МС4) устанавливается по выходу I2 в состояние логического "0". При этом на индикаторном табло индицируется число "2200". Этот процесс периодически повторяется, в результате чего при перегрузке происходит мигание индикаторного табло с частотой такта измерения (рис.7, контрольная точка КТ1).

Схема управления индикаторными запятыми выполнена на микросхемах МС13-1, МС6-3, МС22-1, МС22-2, МС14-3, МС23-4, МС34-1.

6.6.3. Блок индикаторный (рис.10 ТО1)

Блок индикаторный содержит семь семисегментных индикаторов. Четыре из них предназначены для отображения информации о значении измеряемой величины, а три - для подсветки символов, информирующих о полярности измеряемой величины и роде работы мультиметра.

6.6.4. У2. Блок питания мультиметра (рис.4 ТО1)

Электрические данные блока питания сведены в табл.4.

Таблица 4

Напряжение источника V	Сила тока на нагрузки, A	Нестабильность выходных напряжений при изменении напряжения питающей сети на $\pm 10\%$, не более, %	Емкость цепи питания относительно корпуса, pF	Напряжение пульсации, mV	Примечание
+ 5	0,650	2	200	50	
+12	0,068	-	200	10	
-12	0,045	-	200	10	
-24	0,013	-	200	10	

На вход предварительного стабилизатора блока питания мультиметра подается постоянное напряжение ± 27 В. Стабилизатор выполнен на микросхеме МС1 (плата П) с мощным транзистором Т1 (плата П). Регулирование выходного напряжения производится переменным резистором R8 (плата П). С трансформатора Тр1 (плата П) задающего генератора на транзисторах Т2, Т3 (плата П) напряжение подается на вход усилителя мощности на транзисторах Т4, Т5.

Выпрямители источников +5 В ; +12 В ; -12 В выполнены по двухполупериодной схеме со средней точкой на диодах Д1-Д6 (плата П2). Напряжение, поступающее с выпрямителей +12 В и -12 В, фильтруется с помощью П-образных фильтров и подается на выход. Источник +5 В выполнен на микросхеме МС1 (плата П2) с мощным транзистором Т1 (плата П2). Регулирование выходного напряжения производится переменным резистором R8 (плата П2).

6.7. Пробник логический (рис.19 ТО1)

Исследуемые сигналы подаются через разъемы Ш1-Ш8 и цепочки защиты от перегрузки, выполненные на элементах R1-R8, С1-С8, Д1-Д16, на входы восьми усилителей. Усилители выполнены по схеме составных эмиттерных повторителей на микросхемах МС1-МС4, нагрузкой которых являются резисторы R10-R17. С выходов усилителей сигналы поступают на входы I-5, II-13 мультиплексора (микросхема МС8), который осуществляет их поочередную коммутацию. С выхода мультиплексора сигнал поступает через инвертор на микросхеме МС6-2, контакты переключателя В1, эмиттерный повторитель на транзисторе Т2, цепочку коррекции R40, С12 и разъем Ш1 на вход предварительного усилителя вертикального отклонения осциллографа. Кроме того, сигнал с выхода мультиплексора через инвертор на микросхеме МС6-3, линию задержки ЛЗ1, инвертор на микросхеме МС6-4, делитель R33, R34 и разъем Ш12 поступает на

вход усилителя импульсов подсвета осциллографа. Линия задержки ЛЗІ компенсирует разницу задержки сигналов в каналах вертикального и горизонтального отклонения осциллографа. Для формирования на экране ЭЛТ изображения сигналов логический пробник осуществляет поочередную развертку осциллографа. С этой целью сигнал с частотой развертки через контакт I разъема ШІО и делитель R9, R18 подается на базу эмиттерного повторителя на транзисторе Т1. С выхода эмиттерного повторителя сигнал поступает на триггер Шмитта (микросхема MC5, резисторы R20, R23, R26), где осуществляется его формирование. Сформированный сигнал через инвертор на микросхеме MC6-I поступает на вход двоичного счетчика на микросхеме MC7 с коэффициентом пересчета 8. Выходные сигналы счетчика управляют работой мультиплексора (MC8) и формируют на матрице R-2R (R36, R37, R39, R41, R43, R45) ступенчатое напряжение. Ступенчатое напряжение через эмиттерный повторитель на транзисторе Т3, резистор R42 и разъем ШІІ поступает на вход одного из каналов вертикального отклонения осциллографа, осуществляя распределение изображения восьми сигналов на площади экрана в вертикальном направлении.

Переключатель ВІ служит для отключения эмиттерного повторителя (Т2). При этом уровни напряжений входных сигналов отображаются на экране только посредством модуляции яркости луча. Логическому "0" соответствует малая яркость, а логической "1" — большая яркость. Благодаря этому достигается хорошая различимость сигналов при достаточно малом расстоянии между соседними каналами по вертикали. Отключение модуляции яркости при необходимости осуществляется отсоединением разъема ШІ2 от входа канала z осциллографа.

6.8. У1. Блок питания осциллографа (рис.2, 3 ТО1)

Электрические данные блока питания сведены в табл.5.

Таблица 5

Номинальное напряжение, V	Сила тока нагрузки, A	Нестабильность выходных напряжений при изменении напряжения питающей сети на $\pm 10\%$, не более, %	Напряжение пульсации, mV	Примечание
+ 5	0,125	2,00	15	
+ 6	0,110	0,10	15	
+ 6 (Г)	0,300	-	150	
+12	0,480	0,10	15	
-12	0,430	0,10	15	
± 27	0,500	-	-	
+48	0,080	0,50	40	
+150	0,025	0,50	200	
-1600	0,002	0,15	$5 \cdot 10^3$	
+4000	$20 \cdot 10^{-6}$	0,15	10^4	
$\sim 6,3$	0,300	-	-	

Выпрямители источников +5 v, +6 v, +12 v, +48 v выполнены по двухполупериодной схеме со средней точкой на диодах Д1-Д4 (плата П3) и Д9-Д12 (плата П) с емкостными фильтрами С3, С8, С11 (плата П3) и С5, С3, С4 (плата П).

В выпрямителях источников +150 v; -12 v; ± 27 v применена мостовая схема на диодах Д5-Д8 (плата П1), Д9-Д12 (плата П3) с фильтрами С2 (плата П), С4 (плата П3).

Стабилизатор +48 v выполнен по схеме компенсационного стабилизатора с регулирующим составным транзистором Т1, Т2 (плата П2) и усилителем постоянного тока на транзисторе Т7. Регулирование

выходного напряжения +48 v осуществляется переменным резистором R18 (плата П2).

Напряжение +150 v получено в результате последовательного соединения стабилизаторов +48V и +102 v (плата П2). Опорным напряжением для стабилизатора +102 v является стабилизированное напряжение +48 v. Стабилизатор +102 v выполнен по схеме последовательно-компенсационного стабилизатора напряжения с регулирующим составным транзистором T3, T4 (плата П2) и усилителем постоянного тока на транзисторе T8. Питание усилителя постоянного тока осуществляется от отдельного источника питания, состоящего из мостового выпрямителя на диодах Д1-Д4 (плата П1), емкостного фильтра С1 (плата П1) и параметрического стабилизатора напряжения на стабилитроне Д1 (плата П2).

Источники +48 v, +150 v имеют защиту от перегрузок, состоящую из датчиков тока R8, R14 (плата П2) и транзисторов T5, T6 (плата П2).

Источники напряжения +12 v, +6 v, +5 v, -12 v выполнены на интегральных стабилизаторах напряжения на микросхемах MC2-MC5 (плата П3) с мощными транзисторами T1, T3, T2, T4 (плата П3), соответственно. Источник опорного напряжения стабилизатора +12 v питается напряжением +48 v, а в источниках +6 v, +5 v, -12 v питание источников опорного напряжения осуществляется от источника +12 v. Регулировка выходного напряжения стабилизаторов +12 v, +6 v, +5 v, -12 v производится переменными резисторами R27, R36, R38, R33, соответственно. Во всех источниках предусмотрена защита от перегрузок.

Задающий генератор высоковольтного преобразователя выполнен на транзисторах T5, T6 (плата П3) с коммутирующими диодами Д13,

Д14. С выхода задающего генератора напряжение подается на базу транзистора Т11 преобразователя (плата ПЗ). Питание преобразователя осуществляется с выхода компенсационного стабилизатора с регулирующим составным транзистором Т9, Т12 и усилителем постоянного тока на микросхеме МС1 (плата ПЗ).

На транзисторах Т7, Т8, Т10 (плата ПЗ) выполнена схема, обеспечивающая задержку опорного напряжения после включения блока питания осциллографа. Это приводит к задержке высокого напряжения на 20 мс, что необходимо для надежной работы ЭЛТ.

Выпрямитель высоковольтный (рис.3 ТО1) выполнен на отдельной плате, которая заливается компаундом. Для получения напряжения 4кV применен учетверитель напряжения на диодах Д1, Д3, Д5, Д6. Напряжение 1,6кV получено с помощью удвоителя на диодах Д2, Д4. Для стабилизации высоких напряжений с выхода источника 1,6 кV через резисторы R1-R6 обратная связь подается на линейный стабилизатор преобразователя.