

**ОСЦИЛЛОГРАФ УНИВЕРСАЛЬНЫЙ
С1-85**

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ
И ИНСТРУКЦИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ
ЧАСТЬ I**

1987

СОДЕРЖАНИЕ

Часть I	
1. Введение.....	7
2. Назначение.....	8
3. Технические данные.....	8
4. Состав осциллографа.....	21
5. Устройство и работа осциллографа.....	24
6. Устройство и работа составных частей.....	
осциллографа	29
7. Маркирование и пломбирование.....	89
8. Общие указания по эксплуатации.....	89
9. Указание мер безопасности.....	90
10. Подготовка к работе.....	91
11. Порядок работы.....	97
12. Указания по устранению неисправностей.....	127
13. Техническое обслуживание.....	137
14. Проверка осциллографа.....	138
15. Правила хранения.....	183
16. Транспортирование.....	185
Приложение 1. Сигналы на контактах разъема ВЫХОД НА ЦПУ	186
Приложение 2. Таблицы напряжений на электродах транзисторов	191
Приложение 3. Карты импульсных напряжений	205
Приложение 4. Данные точечных изделий	213
Приложение 5. Перечень элементов осциллографа, требующих подбора. Методика подбора	219

Приложение 6. Карта напряжений на электродах ЭЛТ	221
Приложение 7. Схемы расположения элементов	223
Часть II. Техническое описание и инструкция по эксплуатации. Альбом схем	

Осциллограф универсальный С1-85
Внешний вид

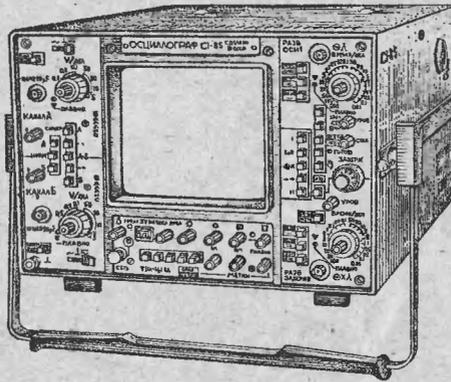


Рис. I. I

ВНИМАНИЕ!

ПРИ ПОСТАВКЕ ПРИБОРОВ В СТРАНЫ С ТРОПИЧЕСКИМ КЛИМАТОМ ПОСТАВЩИК ГАРАНТИРУЕТ ИХ НОРМАЛЬНУЮ РАБОТУ ПРИ УСЛОВИИ ХРАНЕНИЯ И ЭКСПЛУАТАЦИИ В ПОМЕЩЕНИЯХ С КОНДИЦИОНИРОВАННЫМ ВОЗДУХОМ.

I. ВВЕДЕНИЕ

Техническое описание и инструкция по эксплуатации (ТО) предназначены для ознакомления с принципом работы, устройством и конструкцией осциллографа универсального СГ-85 с целью правильной его эксплуатации.

Настоящее ТО состоит из двух частей:

Техническое описание и инструкция по эксплуатации. Часть I

Техническое описание и инструкция по эксплуатации. Часть II. Альбом схем (ТОГ).

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

Внешний вид осциллографа приведен на рис. I.1.

2. НАЗНАЧЕНИЕ

2.1. Осциллограф универсальный CI-85 предназначен для исследования формы электрических сигналов в диапазоне частот от постоянного тока до 100 МГц путем визуального наблюдения или фотографирования, измерения амплитуд в диапазоне от 10^{-2} до 160 В и временных интервалов от $2 \cdot 10^{-8}$ до 2 с.

Измерение амплитудных и временных параметров сигналов может производиться как методом калиброванной шкалы, так и цифровым методом, причем в последнем случае точность измерения амплитудных и временных параметров сигналов значительно повышается.

2.2. Условия эксплуатации осциллографа: рабочая температура окружающей среды от 5 до 40 °С;

максимальная относительная влажность воздуха 95 % при температуре до 30 °С;

предельная температура окружающей среды от минус 50 до 60 °С;

пониженное атмосферное давление 460 мм Нг

3. ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

3.1. Количество каналов — два (А и Б).

3.2. Рабочая часть экрана осциллографа:

по горизонтали 120 мм (10 дел);

по вертикали 100 мм (6 дел).

П р и м е ч а н и е. В скобках указаны размеры экрана в делениях шкалы.

3.3. Ширина линии луча не превышает 0,8 мм.

3.4. Минимальная частота следования развертки, при которой обеспечивается наблюдение последующего сигнала на наиболее быстрой развертке, не превышает 250 Нз .

3.5. Коэффициент отклонения каналов А и Б осциллографа устанавливается девятью калиброванными ступенями от 0,005 до 2 В/дел соответственно ряду I; 2; 5 и плавно регулируется относительно калиброванных положений не менее чем в 2,5 раза.

3.6. Предел допускаемой основной погрешности коэффициентов отклонения каждого из каналов:

3 % - при непосредственном входе;

4 % - при работе с делителем I:10.

Предел допускаемой погрешности коэффициентов отклонения каждого из каналов в рабочих условиях применения:

5 % - при непосредственном входе;

6 % - при работе с делителем I:10.

3.7. Время нарастания переходной характеристики (ПХ) каждого из каналов в неизвергнутом положении не более:

3,5 нс - при непосредственном входе;

4,5 нс - при работе с делителем I:10.

3.8. Выброс ПХ каждого из каналов в неизвергнутом положении, в процентах, не более:

5 - при непосредственном входе (8 - в положении "2 В " переключателя В/ДЕЛ);

10 - при работе с делителем.

3.9. Время установления ПХ каждого канала в неизвергнутом положении не превышает 15 нс .

3.10. Неравномерность ПХ каждого канала не более 2 %.

Примечание. В некалиброванном положении ручек плавного регулирования коэффициента отклонения и при нажатой кнопке ИНВЕРТ, параметры ПХ соответствующего канала не нормируются.

3.11. Спад вершины ПХ каждого канала в точке через $1,0 \text{ ms}$ от ее начала при закрытых входах не более 5 %.

3.12. Дрейф луча каждого канала на экране электронно-лучевой трубки (ЭЛТ) после 15 min прогрева не более:

1 дел/h - (долговременный дрейф);

0,2 дел за 1 min - (кратковременный дрейф).

Периодические и случайные отклонения луча не более ширины линии луча.

3.13. Смещение луча каждого канала на экране ЭЛТ не более:

1 дел из-за входного тока и при переключении переключателей V/ДЕЛ;

3 дел при инвертировании исследуемого сигнала в канале А или Б.

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

3.15. Параметры входа каждого канала вертикального отклонения:

при непосредственном входе входное активное сопротивление $(1 \pm 0,03) \text{ M}\Omega$, входная емкость $(18 \pm 2) \text{ pF}$;

с делителем 1:10 входное активное сопротивление $(10 \pm 1) \text{ M}\Omega$,

входная емкость не более 15pF .

3.16. Допускаемое суммарное значение постоянного и переменного напряжений при закрытых входах каждого канала вертикального отклонения не менее 120V , на открытом входе - не менее 16V , при работе с делителем $1:10$ не менее 160V в открытом и закрытом входах.

3.17. Коэффициент развязки между каналами вертикального отклонения в диапазоне частот до 30MHz не менее 5000 , в диапазоне частот до 100MHz - не менее 1000 .

3.18. Задержка изображения сигнала на экране ЭЛТ относительно начала развертки не менее 20ns .

3.19. Тракт вертикального отклонения обеспечивает следующие режимы работы:

канал А (нажата кнопка А);

канал Б (нажата кнопка Б);

суммирование (нажата кнопка А + Б);

последовательная коммутация каналов (нажата кнопка "→→");

прерывистая коммутация каналов (нажата кнопка "...");

изменение полярности сигнала (нажата кнопка ИНВЕРТ.);

синхронизация от канала А (Б) нажата кнопка А (Б) переключателя СИХР.);

нормальная синхронизация (нажата кнопка НОРМ).

3.20. Тракт горизонтального отклонения обеспечивает следующие режимы работы:

основная развертка I (нажата кнопка "I");

задержанная развертка II (нажата кнопка "II");

развертка II подсвечивает развертку I (нажата кнопка

"I" и "II");

последовательное следование разверток I и II (нажата кнопка

" → → ");

развертка внешним сигналом (нажате кнопка "⊕ X ");

Основная и задержанная развертки работают в ждущем и автоколебательном режимах, а основная развертка, кроме того, в режиме однократного запуска. Максимальное регулируемое смещение линии луча развертки II относительно линии луча развертки I составляет не менее 2 дел по вертикали.

3.21. Коэффициент основной развертки устанавливается двадцатью одно калиброванной ступеней от $5 \cdot 10^{-6}$ до $0,2 \text{ s / дел}$ соответственно ряду I; 2; 5.

Коэффициент задержанной развертки устанавливается двадцатью калиброванными ступенями от $5 \cdot 10^{-6}$ до $0,1 \text{ s / дел}$ соответственно ряду I; 2; 5. Обеспечивается плавная регулировка коэффициентов основной и задержанной разверток не менее чем в 2,5 раза относительно калиброванных значений.

В осциллографе имеется возможность 10-кратной растяжки основной и задержанной разверток.

3.22. Предел допускаемой основной погрешности коэффициентов основной и задержанной разверток 3 %;

при включенной растяжке развертки - 4 %.

Предел допускаемой погрешности коэффициентов основной и задержанной разверток в рабочих условиях применения 5 %;

при включенной растяжке развертки - 6 %.

П р и м е ч а н и е. В рабочую часть разверток не включается начальный участок, равный видимой задержке 20 ns

3.23. В осциллографе обеспечивается регулируемая за-

держка развертки в диапазоне от 0,5 мс до 2 с .

3.24. Предел допускаемой основной погрешности задержки развертки 2 %.

Предел допускаемой погрешности задержки развертки в рабочих условиях применения 4 % и обеспечивается на 90 % шкалы ЭЛТ по горизонтали (2-10 делений).

Нестабильность задержки развертки не более 0,2 %.

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

3.26. Коэффициент отклонения усилителя горизонтального отклонения не превышает 2 В /дел.

3.27. Полоса пропускания усилителя горизонтального отклонения находится в пределах от 20 МГц до 5 МГц на уровне минус 3 дБ относительно частоты 400 Нз .

3.28. Параметры входов Х и синхронизации основной и задержанной разверток:

входное активное сопротивление ($I_{\pm 0, I}$) МΩ ;

входная емкость не более 40 пФ .

3.29. Параметры внутренней синхронизации:

диапазон частот гармонических сигналов от 10 Нз до 50 МГц и длительность импульсов обеих полярностей не менее 10 нс при размере изображения не менее 0,5 дел;

диапазон частот гармонических сигналов от 50 до 100 МГц при размере изображения не менее 1 дел.

В автоколебательном режиме развертки синхронизация осуществляется сигналами частотой не менее 50 Нз .

Основная развертка имеет режим синхронизации сигналами питающей сети.

Нестабильность синхронизации не превышает 1 ns .

3.30. Параметры внешней синхронизации:

диапазон частот гармонических сигналов от 10 Hz до 100 MHz , длительность импульсов обеих полярностей не менее 10 ns , размах напряжения от $0,4$ до 10 V .

Нестабильность синхронизации не превышает 1 ns .

3.31. Калибратор напряжения и времени обеспечивает:

на выходе "100 ns" импульсом частотой следования 10 MHz , амплитудой не менее $0,6 \text{ V}$;

на выходе "80 mV" прямоугольные импульсом (меандр) частотой следования 10 kHz , амплитудой 80 mV ;

на выходе "3 V" прямоугольные импульсы (меандр) частотой следования 1 kHz , амплитудой 3 V .

Предел допускаемой основной погрешности:

частоты следования импульсов - $0,1 \%$;

амплитуды 80 mV - $0,5 \%$;

амплитуды 3 V - 1% .

Предел допускаемой погрешности в рабочих условиях применения:

частоты следования импульсов - $0,2 \%$;

амплитуды 80 mV - 1% ;

амплитуды 3 V - $1,5 \%$

3.32. Осциллограф обеспечивает следующие режимы цифровых измерений:

измерение разности значений напряжения исследуемого сигнала в точках, задаваемых двумя визирными метками, в диапазоне $\pm(0,01-9,99) \text{ V}$ при непосредственном входе и $\pm(0,1-99,9) \text{ V}$ при работе с делителем $1:10$;

измерение значения напряжения сигнала относительно

корпуса осциллографа в точке, задаваемой визирной меткой, в диапазоне $\pm(0,01-9,99) V$ при непосредственном входе и $\pm(0,1-99,9) V$ при работе с делителем 1:10;

измерение временных интервалов между визирными метками в диапазоне от 30 нс до 99,9 мкс.

Индикация результатов измерений осуществляется на экране ЭЛТ.

Знаки располагаются в правой нижней части экрана ЭЛТ.

Высота строки знаков - в пределах от 0,4 до 1 деления шкалы ЭЛТ.

3.33. Предел допускаемой основной погрешности цифрового измерения амплитуды импульсов с плоской вершиной и амплитуды гармонических сигналов δ_{γ} при непосредственном входе на более значимых, определяемых по следующим формулам:

$$\delta_{\gamma} = (0,004 U + 0,0005 V) - \quad (3.1)$$

в диапазоне $\pm(0,01-0,0999) V$;

$$\delta_{\gamma} = (0,01 U + 0,005 V) - \quad (3.2)$$

в диапазоне $\pm(0,1-0,999) V$;

$$\delta_{\gamma} = (0,01 U + 0,05 V) - \quad (3.3)$$

в диапазоне $\pm(1,0-9,99) V$;

где U - значение измеряемого напряжения, V .

При работе с делителем 1:10 указанные пределы допускаемой основной погрешности увеличиваются не более, чем на $0,01 U$.

Предел допускаемой погрешности цифрового измерения амплитуды импульсов с плоской вершиной и амплитуды гармонических сигналов в рабочих условиях применения не превышает удвоенного предела допускаемой основной погрешности.

Примечание. Цифровое измерение напряжения в диапазоне до 0,999 производится в положениях 5, 10 и 20 mV переключателя V/ДЕЛ канала Е, в диапазоне до 0,999 V - в положениях 50 mV, 0,1 и 0,2 V, в диапазоне до 9,99 V - в положениях 0,5; 1 и 2 V.

3.34. Предел допускаемой основной погрешности цифрового измерения (относительно корпуса осциллографа) амплитуд импульсов с плоской вершиной и постоянного напряжения δ_2 при непосредственном входе не более значений, определяемых по следующим формулам:

$$\delta_2 = (0,004 U + 0,0075 V) \quad - \quad (3.4)$$

в диапазоне $\pm(0,01-0,999) V$;

$$\delta_2 = (0,01 U + 0,012 V) \quad -$$

в диапазоне $\pm(0,1-0,999) V$;

$$\delta_2 = (0,01 U + 0,057 V) \quad - \quad (3.6)$$

в диапазоне $\pm(1,0-9,99) V$.

где U - значение измеряемого напряжения, V .

При работе с делителем 1:10 значения основной погрешности увеличиваются не более чем на 0,01 U .

Предел допускаемой погрешности цифрового измерения (относительно корпуса осциллографа) амплитуды импульсов с плоской вершиной и постоянного напряжения в рабочих условиях применения не более удвоенного предела допускаемой основной погрешности.

Примечание. Цифровое измерение напряжения от-
носительно корпуса осциллографа
производится только при внешней
синхронизации или от канала А.

3.35. Неравномерность амплитудно-частотной характе-
ристики (АЧХ) при цифровых измерениях относительно опорной час-
тоты 1 кГц в диапазоне частот от 0 до 10 МГц не более
 $\pm 2\%$;

в диапазоне частот от 0 до 30 МГц не более $\pm 3\%$.

3.36. Время установления ПХ цифрового измерителя не
превышает 30 нс .

3.37. Время нарастания ПХ цифрового измерителя от уров-
ня 0,1 до уровня 0,9 не превышает 5 нс .

3.38. Предел допускаемой основной погрешности цифро-
го измерения временных интервалов δ_3 в диапазоне от 30 пс
до 99,9 нс, в процентах, не более значений, определяемых
по формулам

$$\delta_3 = [1 + 0,1 \left(\frac{T_k}{T_x} - 1 \right)] - \quad (3.7)$$

для значений T_k , равных $0,999 \cdot 10^{-1}$; $0,999 \cdot 10^{-2}$; $0,999 \cdot 10^{-3}$; $0,999 \cdot 10^{-4}$ с ;

$$\delta_3 = [1 + 0,2 \left(\frac{T_k}{T_x} - 1 \right)] - \quad (3.8)$$

для значений T_k , равных $0,999 \cdot 10^{-5}$; $0,999 \cdot 10^{-6}$,

где T_k - конечное значение установленного предела
измерения временного интервала, с ;

T_x - значение временного интервала, с .

Значения T_k , соответствующие диапазонам основной
развертки, приведены в табл.3.1.

Таблица 3.1

Диапазон основной развертки	Конечное значение предела измерения T_k
50; 100 ns/дел	$0,999 \cdot 10^{-6}$
0,2; 0,5; 1 μ s/дел	$0,999 \cdot 10^{-5}$
2; 5; 10 μ s/дел	$0,999 \cdot 10^{-4}$
20; 50; 100 μ s/дел	$0,999 \cdot 10^{-3}$
0,2; 0,5; 1 ms/дел	$0,999 \cdot 10^{-2}$
2; 5; 10 ms/дел	$0,999 \cdot 10^{-1}$

Предел допустимой погрешности цифрового измерения временных интервалов в рабочих условиях применения не превышает удвоенного предела основной погрешности.

3.39. Синхронные наводки в режиме цифровых измерений временных интервалов не более 0,6 дел.

Реакция тракта вертикального отклонения на воздействие стробимпульса не нормируется.

3.40. Осциллограф имеет выход на цифронечатающее устройство (ЦПУ).

Информация с выхода на ЦПУ выводится в двоично-десятичном коде 8-4-2-1 в виде потенциальных сигналов.

Выходной кодсый сигнал, соответствующий логическому "0", имеет уровень напряжения не более 0,4 В, логической "1" — не менее 2,4 В.

Кодирование информационных и управляющих сигналов производится согласно приложению I.

3.41. Геометрические искажения на горизонтальных и вертикальных границах шкалы ЭЛТ не превышают $\pm 2,5\%$.

3.42. Погрешность ортогональности не превышает 0,25 градуса.

3.43. Амплитуда входного сигнала канала Z (модуляция яркости), обеспечивающая наблюдение яркостных меток с частотой от 0 до 20 МГц, находится в пределах от 0,5 до 10 В.

3.44. Входное активное сопротивление канала Z (100 ± 10) кОм, входная емкость не более 50 пФ.

3.45. Электрическая изоляция цепи питания между входом сетевого разъема и корпусом осциллографа выдерживает без пробоя действие испытательного переменного напряжения частотой 50 Гц эффективным значением 1500 В.

Сопротивление изоляции указанной цепи осциллографа относительно корпуса не менее:

20 МΩ в нормальных условиях;

5 МΩ при повышенной температуре;

2 МΩ при повышенной относительной влажности.

3.46. Время установления рабочего режима осциллографа 15 мин.

3.47. Осциллограф сохраняет свои технические характеристики в пределах норм, установленных ТУ, при питании его от сети переменного тока:

напряжением (220 ± 22) В частотой ($50 \pm 0,5$) Гц, ($60 \pm 0,6$) Гц и содержанием гармоник до 5 %;

напряжением (220 ± 11) В частотой ($400 \pm \frac{28}{12}$) Гц и содержанием гармоник до 5 %.

3.48. Мощность, потребляемая осциллографом от сети, не превышает 200 В·А.

3.49. Осциллограф допускает непрерывную работу в рабочих условиях применения в течение 8 ч при сохранении своих

технических характеристик.

3.50. Осциллограф сохраняет свои технические характеристики в пределах норм, установленных ТУ, после замены в нем электроннолучевой трубки. При этом допускается подрегулирование с помощью имеющихся органов подстройки, предусмотренных принципиальной электрической схемой и инструкцией по эксплуатации.

3.51. Напряжение промышленных помех, создаваемое осциллографом, не превышает:

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 .

3.52. По требованиям к электробезопасности осциллограф соответствует классу I по ГОСТ 12.2.007.0-76.

3.53. Нароботка на отказ Т₀ осциллографа не менее 5000 ч .

3.54. Габаритные размеры осциллографа не более 220x340x507 mm .

Габаритные размеры укладочного ящика не более 325x560x10 mm, транспортной тары - не более 764x676x451 mm.

3.55. Масса осциллографа не более 18 кг .

Масса осциллографа с укладочным ящиком не более 32 кг .

Масса осциллографа с транспортной тарой не более 70 кг

3.56. Срок хранения осциллографа 5 лет в штабелируемых хранилищах и 3 года в нештабелируемых хранилищах.

Срок службы не менее 10 лет.

Технический ресурс осциллографа не менее 10000 ч .

4. СОСТАВ ОСЦИЛЛОГРАФА

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

Таблица 4.1

Наименование	Количество	Примечание
Осциллограф универсальный С1-85	1	
Вставка плавкая Н12Б-Г 3,15 А 250 В	4	
Лампа СМНО-55-2	2	
Бленда	1	
Зажим	2	
Кабель № 4	1	
Каркас	1	
Переход П-1	1	
Переход ЗЭ-III/4	2	
Переход № 2	2	
Светофильтр	1	
Тубус	1	
Чехол	1	
Шнур соединительный	1	
Фильм	1	Частота $f = 20$ МГц
Комплект принадлежностей № 1	1	
в нем:		
делитель выносной 1:10	2	
щуп	2	
Щуп	2	
колясочек	2	

Продолжение табл. 4.1

Наименование	Количество	Примечание
Комплект принадлежностей № 2	1	
в нем:		
кабель № 1	1	Время задержки $\tilde{t}_z = 5 \text{ нс}$
кабель № 2	1	
тройник СР-50-95 ФВ	1	
отвертка	1	
вилка	1	
Комплект принадлежностей № 3	1	
в нем:		
переход	1	Волновое сопротивление $\rho = 50 \Omega$
отвертка	1	
кабель № 1	1	Время задержки $\tilde{t}_z = 5 \text{ нс}$
кабель № 3	1	
наконечник	2	
шуп	2	
Техническое описание и инструкция по эксплуатации		
Часть 1	1	

Продолжение табл.4.1

Наименование	Количество	Примечание
Часть II Альбом схем	I	
Формуляр	I	
Ящик	I	Укладочный

5. УСТРОЙСТВО И РАБОТА ОСЦИЛЛОГРАФА

5.1. Осциллограф СГ-85, структурная схема которого приведена на рис. 5.1, состоит из следующих составных частей:

- тракта вертикального отклонения;
- тракта горизонтального отклонения;
- усилителя импульсов подсвета;
- цифрового измерителя;
- калибратора;
- электронно-лучевого индикатора;
- блока вторичного электропитания.

Исследуемые сигналы подаются на вход $\text{I M.}\Omega \text{ } 20\text{pF}$ каналов А и Б тракта вертикального отклонения. В тракте вертикального отклонения осуществляется усиление исследуемых сигналов для получения напряжения, обеспечивающего приемлемый размер изображения по вертикали на экране ЭЛТ, коммутация каналов, ввод знаковой информации и меток в режиме цифровых измерений, предварительное усиление исследуемых сигналов для подачи в тракт синхронизации.

Тракт горизонтального отклонения предназначен для получения напряжения синхронной с исследуемым сигналом линейной развертки изображения, развертки внешним сигналом, а также для ввода знаковой информации в режиме цифровых измерений.

Усилитель импульсов подсвета предназначен для получения достаточно яркого изображения на экране ЭЛТ исследуемых сигналов и для подсвета знаковой информации в режиме цифровых измерений.

Цифровой измеритель предназначен для измерения амплитудных и временных характеристик исследуемых сигналов, по-

Структурная схема осциллографа универсального СІ-85

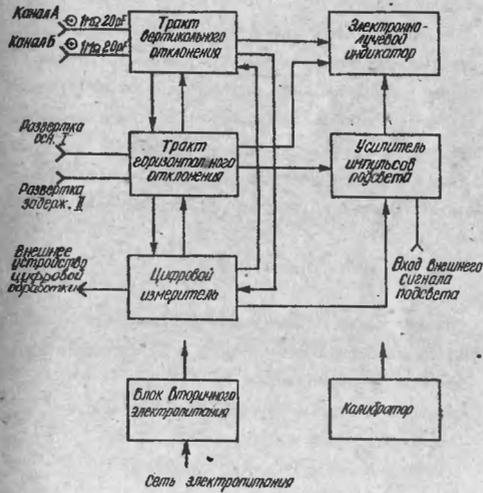


Рис. 5.1

даваемых в канал Б, а также вывода информации об измеряемой величине в тректе вертикального и горизонтального отклонения, подсвета изображения и на внешние устройства цифровой обработки.

Калибратор предназначен для калибровки коэффициентов отклонения и развертки, цифрового измерителя, а также для компенсации делителя 1:10.

Электронно-лучевой индикатор предназначен для преобразования электрических сигналов, поступающих из треков вертикального и горизонтального отклонения и усилителя импульсов подсвета, в видимое изображение исследуемых сигналов, а также знаков в режиме цифровых измерений.

Блок вторичного электропитания предназначен для получения всех напряжений, питающих узлы осциллографа.

5.2. Конструкция осциллографа

Осциллограф имеет блочно-функциональную конструкцию и состоит из основного базового блока и 10 вставных блоков:

- устройства усилительного;
- выходного усилителя вертикального отклонения;
- усилителя импульсов подсвета;
- усилителя горизонтального отклонения;
- блока развертки;
- блока вторичного электропитания;
- блока управления;
- аналого-цифрового преобразователя (АЦП)
- калибратора;
- устройства цифровой обработки сигнала.

Базовый блок представляет собой корпус размером 300x200x420 мм, состоящий из передней и задней рамы, соединенных между собой двумя боковыми стяжками. К стяжкам крепится поперечный экран, отделяющий от прибора отсек блока питания. На экране закреплена объединительная плата. Через установленные на этой плате разъемы типа РГПН-3, а также через специальные высокочастотные и низкочастотные разъемы осуществляется электрическая связь всех блоков прибора. На передней раме и поперечном экране крепятся два продольных экрана, которые делят прибор еще на три отсека. В центральном отсеке, по оси симметрии базового блока, расположена ЭЛТ в пермаллоевом экране. Около нее в центральном отсеке установлены на продольных экранах выходной усилитель вертикального отклонения и усилитель горизонтального отклонения.

Внизу, под экраном ЭЛТ, на кронштейне, закрепленном на продольных экранах, расположена печатная линия задержки (ПЛЗ).

С обратной стороны кронштейна ПЛЗ установлены: блок управления и устройство цифровой обработки сигнала.

Вверху, над экраном ЭЛТ, расположен кронштейн, закрепленный на продольных экранах. На этом кронштейне установлена плата калибратора.

В левом боковом отсеке расположено устройство усилительное, в которое входят: плата предварительного усилителя вертикального отклонения, два аттензатора, стробоскопический преобразователь, установленный в латунный экран. Аттензаторы и стробоскопический преобразователь крепятся на плате предварительного усилителя вертикального отклонения, которая в свою очередь крепится на передней панели.

В правом боковом отсеке находится блок развертки и блок АЦП.

Блок развертки крепится на передней панели, а блок АЦП на продольном экране.

В отсеке блока питания над экраном ЭЛТ расположен усилитель импульсов подсвета (УИП). УИП закреплен на кронштейне, установленном на поперечном экране.

Источник вторичного электропитания (ИВЭ) находится в заднем отсеке осциллографа. Выпрямитель высоковольтный, входящий в блок питания, закреплен непосредственно на поперечном экране с левой стороны от экрана ЭЛТ и закрыт алюминиевым экраном. С этой же стороны от экрана ЭЛТ на панели блока питания, которая является в то же время задней панелью прибора, закреплена плата фильтров и закрыта алюминиевым экраном. ИВЭ распложен на печатной плате размером $180 \times 280 \text{ мм}$. Мощные высоковольтные транзисторы установлены непосредственно на печатной плате с помощью специальных пластин и фланцев, через которые производится отвод тепла на панель ИВЭ.

Плата ИВЭ расположена в задней части осциллографа снаружи корпуса. Электрическая связь блока с осциллографом осуществляется посредством специальной печатной платы. Для защиты от повреждений блок закрыт алюминиевой крышкой. Спереди вставные блоки закрыты декоративной фальш-панелью с обрамлением для ЭЛТ.

Сверху и снизу осциллограф закрыт П-образными, быстросъемными крышками, в которых предусмотрены отверстия для естественной вентиляции прибора и для доступа к регулируемым элементам.

Осциллограф снабжен ручкой для переноса.

6. УСТРОЙСТВО И РАБОТА СОСТАВНЫХ ЧАСТЕЙ ОСЦИЛЛОГРАФА

6.1. Тракт вертикального отклонения

Структурная схема тракта вертикального отклонения приведена на рис. 6.1.

Исследуемые сигналы подаются на аттенюаторы каналов А и Б, при помощи которых производится ослабление входного сигнала для получения изображения исследуемых сигналов в пределах рабочей части экрана ЭЛТ. С выходов аттенюаторов сигналы поступают на инверторы полярности, затем на предварительные усилители соответствующего канала. Сигнал с выхода аттенюатора канала Б поступает также в цифровой измеритель, где производится его обработка и измерение в цифровом виде. С переключателя, управляющего аттенюатором канала Б, в цифровой измеритель подается цифровой код для индикации размерности измеряемого значения напряжения (mV и V) и места положения запятой.

На предусилитель канала Б с блока управления цифрового измерителя подается перенад напряжения для получения амплитудной метки в режиме цифровых измерений.

Усиленные сигналы с предусилителей поступают на коммутатор каналов, который в зависимости от выбранного режима работы тракта вертикального отклонения передает для дальнейшего усиления сигналы либо от каналов (А или Б) или обоих вместе, а также сигналы от знакового генератора цифрового измерителя.

Структурная схема тракта вертикального отклонения

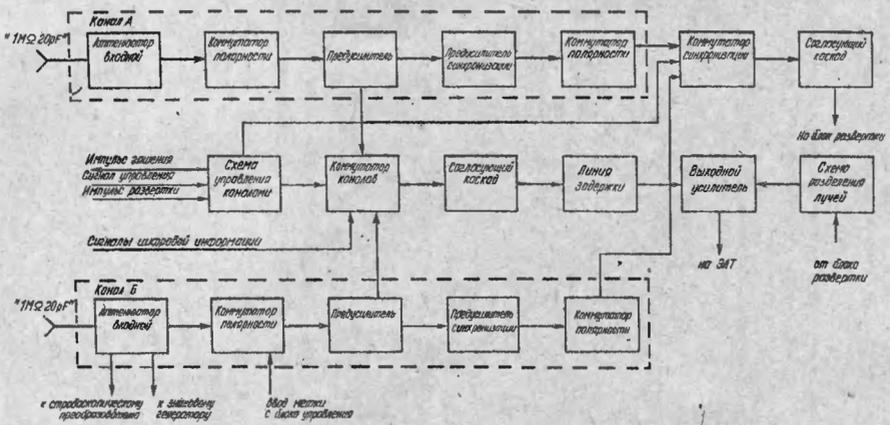


Рис. 6.1

С выхода предусилителей сигналы подаются также на предусилители синхронизации, затем на инверторы полярности сигнала синхронизации, с которых сигналы обоих каналов поступают на коммутатор каналов синхронизации. В зависимости от выбранного режима работы коммутатор каналов синхронизации передает на следующий каскад и далее на блок синхронизации сигналы канала А, канала Б поочередно или их сумму.

Блок управления каналами управляет работой коммутатора каналов и обеспечивает совместно с ним передачу на выходной усилитель вертикального отклонения следующих сигналов:

- сигнала с предусилителя канала А;
- сигнала с предусилителя канала Б;
- сигналов с предусилителя А и Б поочередно с частотой развертки;
- сигналов с предусилителей каналов А и Б прерывисто с частотой примерно равной 1 МГц ;
- сигналов с предусилителей каналов А и Б одновременно;
- сигналов с знака генератора в режиме цифровых измерений.

Коммутация каналов осуществляется во время обратного хода развертки в поочередном режиме и во время прямого хода в прерывистом режиме. В последнем случае предусмотрено гашение луча ЭЛТ на время переходных процессов импульсами, вырабатываемыми в блоке управления каналами.

6.1.1. Атенватор канала А (рис.3 ТО1)

Атенватор предназначен для передачи на предварительный усилитель исследуемых сигналов в соотношения 1:1,2; 1:2,4; 1:4,8; 1:12; 1:24; 1:48; 1:120; 1:240; 1:480 с целью получения изображения в пределах рабочей части экрана при измене-

нии сигнала на входе.

Входной сигнал через коаксиальный разъем XI поступает на электромагнитное реле KI, выполненное на основе магнитоуправляемого контакта. Реле KI обеспечивает непосредственную передачу сигнала (открытый вход) или передачу сигнала через разделительный конденсатор C2 (закрытый вход). Деление сигнала в соотношениях 1:12; 1:120 осуществляется двумя частотно-компенсированными делителями, выполненными на прецизионных резисторах. Номинальные значения их сопротивлений выбраны таким образом, чтобы значение входного активного сопротивления делителя равнялось 1 МΩ при всех коэффициентах деления.

Для обеспечения частотной компенсации, т.е. одинакового коэффициента деления во всей рабочей полосе частот, используются подстроечные конденсаторы C9, C10. Подстройка соответствующего делителя производится при помощи электромагнитных реле K2-K7, аналогичных реле KI.

Управление реле K2-K7 производится программным кулачковым переключателем S4.

При помощи реле K7, управляемого также переключателем S3.2, производится соединение затвора полевого транзистора V2 с корпусом.

Это дает возможность заземлить входную цепь осциллографа без отключения измеряемого сигнала.

Диод VI ограничивает сигнал отрицательной полярности, защищая таким образом усилитель от перегрузки.

После ослабления частотно-компенсированными делителями входной сигнал поступает на входной усилитель, выполненный на плате П1 и предназначенный для согласования высокого входного сопротивления частотно-компенсированных делителей с

низким входным сопротивлением предварительного усилителя и дополнительного деления сигнала с коэффициентами деления $1:1$, $1:2$, $1:4$.

На входе усилителя установлен истоковый повторитель V_2 , нагрузкой в истоке которого служит аналогичный транзистор V_1 , включенный в режиме генератора тока. Такое включение позволяет повысить коэффициент передачи истокового повторителя и снизить величину температурного дрейфа выходного напряжения.

При помощи переменного резистора R_3 БАЛАНС производится изменение тока в истоке транзистора V_1 , благодаря чему на выходе усилителя можно установить нулевой потенциал при заземленном входе.

Роль защитного диода при положительном входном напряжении выполняет $p-n$ переход транзистора V_2 .

В этом случае резисторы R_6 , R_7 , R_8 частотно-компенсированных делителей выполняют роль ограничителя тока. С выхода истокового повторителя высокочастотные сигналы через эмиттерный повторитель, собранный на транзисторе V_3 , и конденсатор C_3 подаются на базу транзистора V_5 , включенного по схеме эмиттерного повторителя. В эту же точку поступают сигналы постоянного тока и низкой частоты с выхода истокового повторителя через резистор R_4 . Эмиттерный переход транзистора V_7 используется для термокомпенсации напряжения смещения транзистора V_5 , а генераторы постоянного тока, выполненные на транзисторах V_4 , V_6 , необходимы для стабилизации режима работы транзисторов V_5 , V_7 .

Делитель сигналов в отношении $1:1$, $1:2$, $1:4$ собран на прецизионных резисторах $R_{18}-R_{20}$. Резисторы R_{21} , R_{22} служат для обеспечения одинакового выходного сопротивления делителя.

Подключение выходов I2, I3, I4 входного усилителя ко входу предварительного усилителя производится при помощи магнитных реле КБ-КЮ, управляемых переключателем S4.

6.1.2. Атенуатор канала Б (рис.3 ТО1)

Отличие аттенуатора канала Б от аттенуатора канала А заключается в наличии управляющих цепей, связывающих его с цифровым блоком.

С контакта 7 платы III аттенуатора канала Б сигнал подается на измеритель амплитудных параметров цифрового блока, контакты переключателя S6 ($V/ДЕЛ.$) подают управляющие сигналы в виде уровней напряжений 0 и 5V на цифровой блок для индикации положения запятой и размерности результате измерения напряжения цифровым блоком. В режиме измерения напряжения относительно корпуса осциллографа по команде с цифрового блока производится заземление входа усилителя, что эквивалентно установке переключателя S5 в положение "1".

Измерение напряжения сигнала непосредственно на выходе аттенуатора при помощи цифрового блока позволяет повысить точность измерения за счет исключения искажений, вносимых усилителями вертикального отклонения осциллографа.

6.1.3. Предварительный усилитель (рис.4 ТО1)

Предварительный усилитель состоит из двухканального усилителя с коммутатором каналов, усилителя синхронизации с коммутатором, устройства выбора режима работы тракта вертикального отклонения, а также согласующих каскадов и электронных стабилизаторов. Поскольку принципиальные схемы двух каналов усилителя исследуемого сигнала идентичны, рассмотрим

работу одного канала.

Исследуемый сигнал подается на базу транзистора $V13$ балансного каскада, каждое плечо которого ($V13, V20$ и $V14, V21$) собран по каскадной схеме типа $03-0Б$. С помощью транзисторов $V18, V19$ и переключателя $S4.1$ производится инвертирование сигнала. В положении $0TKI$ переключателя $S4.1$ на базы транзисторов $V18, V19$ через делитель $R51, R54, R218$ подается напряжение $+4,3 V$, а на базы транзисторов $V20, V21$ через делитель $R56, R219$ подается напряжение $+2,5 V$. Поскольку на эмиттерах транзисторов $V18 - V21$ устанавливается потенциал $+3,6 V$, то транзисторы $V20, V21$ закрываются, а транзисторы $V18, V19$ открываются и работают в активном режиме. В положении $ИНВЕР$ переключателя $S4.1$ транзисторы $V20, V21$ открываются, а $V18, V19$ закрываются, в результате чего в канале усиления изменяется полярность исследуемого сигнала. Корректирующая цепь $C21, R42$, включенная между эмиттерами транзисторов $V13, V14$ позволяет при необходимости изменять форму переходной характеристики, а с помощью резистора $R23$ производится балансировка канала усиления.

Второй усилительный каскад канала собран по балансной каскадной схеме типа $03-0Б$ на транзисторах $V23, V24, V31, V32$. С помощью переменных резисторов $R1$ (рис.3 $TO1$), $R95$ и $R100$ производится соответственно перемещение луча по вертикали ЭЛТ, плавное изменение усиления и его калибровка. Смещение луча по вертикали при помощи источника постоянного напряжения $+40 V$, подключаемого к своим плечам усилителя через переменный резистор $R1$ и резисторы $R86, R90$.

Выходные сигналы каждого канала подаются на вход коммутатора $A1$ (рис.21 $TO1$), выполненного в виде микросборки.

Она содержит два балансных каскодных усилителя типа ОЗ-ОБ, собранных на транзисторах VI - VB. На контакты 6 и 8 коммутатора AI подключаются выходы усилительного канала А, а на контакты I и I4 - выход канала Б. Коммутация каналов производится при помощи встречно включенных диодов, входящих в диодные матрицы AI, A2 и управляемых ключами VIO, VII. На базах транзисторов V5 - V8 при помощи транзистора V9 установлен потенциал +2,9 В и, следовательно, на эмиттерах транзисторов V5 - V8 напряжение равно +2,2 В. Если на управляющий вход коммутатора (контакты IO, I2) с выхода схемы управления воздействует нулевой потенциал, то транзисторы VIO, VII и соответственно диоды, входящие в диодные матрицы AI, A2, закрываются. Транзисторы V5 - V8 находятся в активном режиме и, следовательно, сигналы обоих каналов проходят на линию задержки и выходной усилитель. Если на управляющий вход коммутатора подается напряжение +5 В, то на эмиттерах транзисторов VIO, VII устанавливается потенциал +4,3 В, который приложен к анодам диодных матриц AI, A2. Диоды открываются и блокируют сигнал. Одновременно на эмиттерах транзисторов V5 - V8 устанавливается потенциал +3,6 В, в результате чего они закрываются, и оба канала не функционируют.

После суммирования сигналов обоих каналов на резисторах RI48, RI49 сигнал подается на дифференциальный каскад согласования с линией задержки, собранный на транзисторах V42 - V44. Коллекторными нагрузками этого каскада являются резисторы RI7I, RI75, сопротивление которых равно волновому сопротивлению линии задержки. Генератор тока на транзисторе V44 обеспечивает неизменность суммарного тока транзисто-

ров V42, V43 в режиме суммирования.

Сигнал синхронизации с коллекторных нагрузок транзисторов V31, V32 через балансный эмиттерный повторитель V37; V38 подается на вход каскада переключения полярности, который аналогичен такому же каскаду в канале усиления сигнала.

Сигналы синхронизации с выходов обоих каналов поступают на коммутатор А3, с помощью которого выбирается сигнал синхронизации одного из каналов. Коммутатор А3 схемно и конструктивно идентичен с коммутатором А1. С выхода коммутатора А3 после суммирования на резисторах R189, R190 сигнал синхронизации поступает на каскад преобразования симметричного сигнала в несимметричный, выполненный на транзисторах V54, V55, и после усиления каскадом на транзисторе V56 подается через эмиттерный повторитель V60 на вход схемы синхронизации.

Схема управления каналами работает следующим образом. В режиме КАНАЛ А с помощью переключателя S1 на установочный вход 2 триггера D2 воздействует логический "0", а на вход I3 - логическая "1". При этом на выходах 6 и 8 соответственно формируются логические "0" и "1".

Схема D3 инвертирует эти логические сигналы, в результате чего на входы I2 и I0 коммутатора А1 поступают соответственно логические "1" и "0". При этом канал А открывается, а канал Б блокируется. В режиме КАНАЛ Б с помощью переключателя S1 на установочный вход 2 триггера D2 воздействует логическая "1", а на вход I3 - логический "0", в результате чего включается канал Б, а канал А блокируется. При суммировании сигналов в режиме А + Б на установочные

входы 2 и 13 триггера D2 воздействует логический "0", что приводит к включению двух каналов.

В режиме " $\rightarrow \rightarrow$ " включается схема синхронизируемого мультивибратора D1. Под воздействием прямоугольных импульсов, поступающих с частотой развертки на вход 5 мультивибратора D1, на его выходе 3 формируются импульсы, которые поступают на счетный вход I2 триггера D2 и переключают его с частотой развертки. В результате оба канала поочередно подключаются к общему тракту усиления.

В режиме "... " на время прямого хода луча включается мультивибратор D1, генерирующий прямоугольные импульсы. Эти импульсы воздействуют на счетный вход I2 триггера D2, что приводит к многократному переключению каналов. Для гашения луча на время переходного процесса, возникающего в режиме "...", прямоугольные импульсы с выхода I1 мультивибратора D1 поступают на вход усилителя подсвета Z.

Выбор режима синхронизации осуществляется следующим образом. Если синхронизация производится от сигнала канала А (СИНХР А), то в этом случае напряжение +5V приложено через контакты переключателя S6.3 к аноду диода V57, в результате чего он открывается и в точке соединения резисторов R196, R200 делителя возникает положительный потенциал, открывающий транзисторы V52, V58. В результате управляющий сигнал, поступающий с выхода триггера D2 в точки а, б, блокируется. В то же время напряжение +5V через переключатель S6.3 и резистор R208 воздействует на базу транзистора V59, он открывается, и канал А включается коммутатором А3. В то же время на базе транзистора V50 устанавливается нулевой потенциал, и канал Б отключается коммутатором А3.

Синхронизация от сигнала канала Б (СИНХР. Б) производится логично.

В режиме СИНХР. НОРМ. на анодах диодов V53, V57 устанавливается нулевой потенциал, транзисторы V52, V58 закрываются, и управление коммутатором A3 производится непосредственно сигналами с выхода триггера D 2 (точки а, б). В этом случае при работе канала А синхронизация осуществляется сигналами этого же канала, а при работе канала Б — сигналами канала Б.

В режиме "→ →" синхронизация осуществляется от сигналов того канала, который включен. В режиме "... " к аноду диода V53 приложено напряжение +5 V, что приводит, как было описано выше, к включению синхронизации только от сигналов канала А.

Ввод цифровой индикации на экран ЭЛТ производится с помощью коммутатора A2. Один из каналов этого коммутатора не подключен, а другой включен по схеме дифференциального усилителя. Одно плечо усилителя соединено со знаковым генератором цифрового измерителя, через резистор R133 и делитель R123, R127, а другое — с переменным резистором R83 через резистор R120 и делитель R104, R119. С помощью резистора R83 производится выбор места цифровой индикации на экране ЭЛТ по вертикали.

При поступлении на контакт 27 разъема XI с выхода схемы управления цифровой индикацией логической "1", на выходе 6 схемы D 3 появляется логический "0" и подается на вход I2 коммутатора A2, в результате чего открывается канал цифровой индикации. В то же время логический уровень "0" с выхода 3 схемы D 3 поступает на ее входы 9, I3 и с выходов 8, II —

на коммутатор А1 подается сигнал, закрывающий оба канала усиления предусилителя. При поступлении на контакт 27 разъема Х1 логического "0" канал цифровой индикации блокируется, а коммутатор А1 пропускает на выходной усилитель исследуемые сигналы.

Для формирования в режиме цифровых измерений меток на базу транзистора VI4 с блока управления цифрового измерителя подается ступенчатый сигнал разбаланса с крутым фронтом положительной или отрицательной полярности. В результате изображение сигнала уводятся за пределы рабочей части экрана вверх или вниз.

Вследствие этого при больших скоростях развертки на горизонтальной линии изображения появляются линии меток, наклон которых к оси развертки равен наклону переходной характеристики тракта вертикального отклонения.

При малых скоростях развертки метки выделяются в виде градиций яркости изображения линии развертки.

Симметричная печатная линия задержки, вход которой соединен с контактами разъемов Х3, Х4, имеет волновое сопротивление 100Ω , а ее время задержки составляет 90нс. Вход и выход линии согласован, а активное сопротивление одного ее плеча не превышает 8Ω .

6.1.4. Выходной усилитель (рис.5 ТО1)

Выходной усилитель состоит из трех каскадов, каждый из которых собран по каскадной схеме типа ОЭ-ОБ с последовательным питанием. Такая схема отличается широкополосностью и устойчивостью при небольшом количестве радиоэлементов. RC - цепи, включенные между эмиттерами транзисторов VI, V2, V6,

V7, V15, V16, служат для коррекции формы переходной характеристики, а цепи R9, C3, R10, C5, R23, C8, R24, C9, R36, C17, R39, C18 предназначены для устранения самовозбуждения, которое может возникнуть из-за неучтенных паразитных связей и технологического разброса параметров радиоэлементов.

С помощью переменного резистора R31 производится центровка луча на экране ЭЛТ, а транзистор V5, подключенный через переменный резистор R15 (рис. 1 ТО1) и резистор R16 к коллектору транзистора V4, используется для смещения по вертикальной оси изображения, соответствующего задержанной развертке. С этой целью с выхода блока развертки на базу транзистора V5 поступают прямоугольные импульсы, у которых логическая "1" соответствует задержанной развертке, а логический "0" — основной.

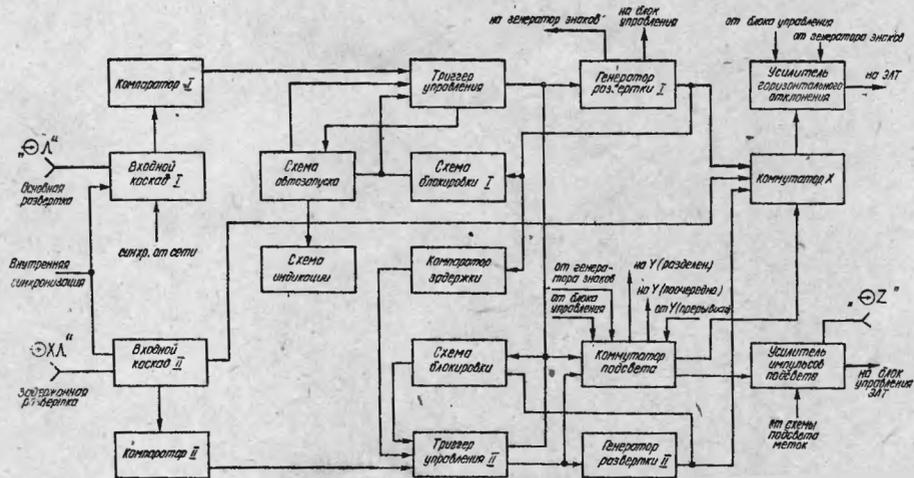
6.2. Тракт горизонтального отклонения и усилитель импульсов подсвета

Структурная схема тракта горизонтального отклонения и усилителя импульсов подсвета приведена на рис. 6.2.

Входные каскады I и II предназначены для обеспечения высокого входного сопротивления на входах блока развертки. Во входных каскадах осуществляется выбор источника синхронизации (внеш, внутр, сеть) и вид связи с источником синхронизации (непосредственная или через конденсатор). Кроме того, во входном каскаде I можно произвести выбор полосы частот, необходимой для синхронизации (НЧ, ВЧ).

Компараторы I и II предназначены для формирования из синхронизирующего сигнала импульсов с фронтом приблизительно 2 нс для запуска триггеров управления. В компараторах

Структурная схема тракта горизонтального отклонения и усилителя импульсов подсвета



осуществляется выбор точки на синхросигнале, с которой начинается развертка, и выбор полярности производной синхросигнала.

Схема автозапуска предназначена для автоматического запуска развертки при отсутствии синхроимпульсов.

Схема индикации предназначена для сигнализации об отсутствии синхронизации в автоколебательном и ждущем режимах и о готовности блока развертки к запуску в однократном режиме.

Триггеры управления I и II предназначены для запуска генераторов развертки при поступлении синхроимпульса и выключения их по сигналу блокировки.

Генераторы основной (I) и задержанной (II) разверток вырабатывают пилообразное напряжение. Генератор развертки I может работать в ждущем, автоколебательном и однократном режимах. С генератора развертки I снимается пилообразное напряжение на компараторы блока управления цифровой индикацией и сигналы, управляющие генератором звуков. Генератор развертки II может работать в двух режимах: автоматическом, когда запуск развертки производится сразу после временной задержки, определяемой компаратором задержки, и в ждущем, когда запуск задержанной развертки производится от синхросигнала первым синхроимпульсом, поступающим после окончания временной задержки.

Схемы блокировки I и II при достижении пилообразным напряжением определенного уровня вырабатывают сигналы блокировки, поступающие на триггеры управления, обеспечивая тем самым их блокировку на время обратного хода развертки.

Импульсы пилообразного напряжения с генераторов разверток поступают через коммутатор X на усилитель горизон-

тального отклонения, с выходе которого усиленные импульсы поступают на горизонтально отклоняющие пластины ЭЛТ. В схеме усилителя предусмотрено десятикратное изменение коэффициента усиления. В усилителе горизонтального отклонения имеются входы от блока управления и от генератора знаков для вывода на ЭЛТ цифровой информации.

Прямоугольные импульсы с триггеров управления через коммутатор подсвета подаются на усилитель импульсов подсвета для увеличения яркости ЭЛТ во время прямого хода разверток.

Усилитель импульсов подсвета имеет внешний вход "⊖ Z" для модуляции яркости ЭЛТ внешним сигналом. Имеются также входы для подачи импульсов и модуляции яркости изображения в режиме цифровых измерений.

С выходе коммутатора подсвета на блок вертикального отклонения подаются сигналы, обеспечивающие поочередный режим переключения каналов А и Б, а также сигналы разделения изображений в режиме поочередной развертки. На вход коммутатора подсвета поступают сигналы с блока вертикального отклонения для гашения луча ЭЛТ во время коммутации каналов в прерывистом режиме работы. Имеются также входы от блока управления и от генератора знаков, обеспечивающие подсвет цифровой информации.

6.2.1. Входной каскад I (рис.7 ТОI)

Выбор источника синхронизации (внутренний или внешний) во входном каскаде I осуществляется переключателем S I, I, который управляет питанием реле KI и K2. Диод V 2 служит для защиты канала синхронизации при случайной подаче на вход внешней синхронизации сигнала высокого уровня. Высоко-

частотная составляющая сигнала с частотой выше 90 КГц поступает на истоковый повторитель V5. Низкочастотная составляющая с частотой ниже 90 КГц поступает на истоковый повторитель V6. Подавление верхних частот осуществляется как самим истоковым повторителем путем применения низкочастотного транзистора V6, так и интегрирующей цепи R3I, C17 для сигнала, идущего с транзистора VII. Сложение высокочастотных и низкочастотных составляющих происходит на эмиттерном повторителе VI3.

При нажатии кнопки В4 (S 5.1) вход истокового повторителя V6 замыкается на корпус, при этом через входной каскад проходит только высокочастотная составляющая сигнала. Подавление нижних частот осуществляется дифференцирующей цепью C17, R3I. При нажатии кнопки НЧ (S 5.2) вход истокового повторителя V5 через резистор R10 подключается к источнику - 12 В, и транзистор переходит в режим отсечки. Отрицательное напряжение ограничивается диодами V9, V10. При этом на базу VI3 поступает только низкочастотная составляющая сигнала синхронизации.

При нажатии кнопки " \approx " (S 1.2) замыкается конденсатор С7, при этом постоянная составляющая сигнала синхронизации проходит на истоковый повторитель V6.

При нажатии двух кнопок НЧ и В4 на истоковый повторитель V6 через переключатели S 5.1 и S 5.2 проходит сигнал синхронизации от сети.

6.2.2. Компаратор I (рис.7 ТОГ)

Компаратор собран на схеме D 5. Схема содержит три дифференциальных приемника о линии. Первые два приемника соеди-

нены по схеме однофазного дифференциального усилителя, причем на одно плечо в первом приемнике (D5.1) подается опорное напряжение $1,3\text{ В}$, а на соответствующее плечо во втором приемнике (D5.2) через резистор R65 подано опорное напряжение с вывода II, соответствующее середине между логическими уровнями. На третьем дифференциальном приемнике (D5.3) собрана триггер Шмитта, формирующий из сигнала, усиленного первым и вторым приемниками, прямоугольные импульсы с фронтом 2 нс . В контрольных точках КТ3 и КТ4 наблюдаются прямоугольные импульсы с уровнем минус $0,9\text{ В}$ (логическая "1") и минус $1,75\text{ В}$ (логический "0").

С выходами триггера Шмитта соединены логические схемы ИЛИ-НЕ (D10.1), образующие совместно с переключателями S1.3 коммутатор полярности производной синхросигнала. В зависимости от положения переключателя I.3 логическая "1" подается на соответствующую схему ИЛИ-НЕ, блокируя ее.

6.2.3. Триггер управления I (рис.7 ТО1)

Триггер управления состоит из схем D10.2, D13.1, D9.2, D9.3, D15 и дифференциального каскада V30, V31. Основу триггера управления составляет двоянный триггер с двумя динамическими и одним статическим входами (D10.2, D15.1, D15.2 - верхняя схема ИЛИ-НЕ).

Работает триггер следующим образом. При наличии сигнала блокировки (логическая "1") на входе IO схемы D15.1 на ее выходе 6 удерживается логический "0". Схема D10.2 открыта и инвертирует сигналы, поступающие на один из динамических входов 4 или 7. Эти инвертированные сигналы еще

раз инвертируется схемой D15.2, но с небольшой (порядка 0,5-1нс) задержкой, определяемой резистором R105 и временем задержки схемы D15.2. Таким образом, на входах 9 и 11 схемы D15.1 имеются противофазные сигналы, причем на входе 11 сигнал задержан. В момент, когда снимается сигнал блокировки, схема D15.1 остается закрытой одним из сигналов на входах 9 и 11. При поступлении положительного фронта на схему D10.2 вход 9 схемы D15.1 открывается, а вход 11 не успевает закрыться из-за вышеупомянутой задержки. На выходе 6 схемы D15.1 появляется логическая "1", которая запрещает схему D10.2 и D15.2. Таким образом, триггер может опрокинуться только по положительному фронту входного сигнала. Установка в исходное состояние осуществляется только сигналом блокировки на вход 10 схемы D15.1. Эшеры сигнала однократного триггера приведены на рис.6.3.

Триггер управления работает в трех режимах:
 автоматическом;
 ждущем;
 однократном.



Рис.6.3

6.2.3.1. Автоматический режим

В этом режиме переключатели § 5.3, § 5.4, § 5.5 находятся в положениях, указанных на принципиальной схеме. При этом схема D 9.2 заблокирована и D 9.3 повторяет на своем выходе 7 сигнал блокировки. Если на входе II схемы D 13.1 отсутствует логическая "1", проходящая со схемы автозапуска, то, как только оканчивается сигнал блокировки, на выходе 6 D 13.1 появляется логическая "1", которая через D 15.2 (нижняя схема) передается на дифференциальный каскад V 30. V 31 и с него на запуск генератора развертки. При достижении пилообразным напряжением определенного уровня появляется сигнал блокировки и выключает триггер управления. Далее все повторяется.

После прихода синхросигнала схема автозапуска вырабатывает логическую "1", которая по входу II запирает схему D 13.1. Теперь появление положительного сигнала на выходе 2 схемы D 15.2 возможно только при срабатывании однократного триггера, которое происходит при поступлении положительных фронтов синхросигналов. Таким образом, триггер управления переходит в ждущий режим.

6.2.3.2. Ждущий режим

В этом режиме переключатель § 5.3 устанавливается в положение ДДУЦ., блокируя схему D 13.1. Появление сигнала для запуска генератора развертки возможно только при участии однократного триггера. При отсутствии синхросигналов триггер управления не переходит в режим автоматического запуска генератора развертки в отличие от предыдущего режима.

6.2.3.3. Однократный режим

В этом режиме переключатель § 5.4 устанавливается в положение " \downarrow ", что обеспечивает запуск схемы D 13.1 и снятие заперения со схемы D 9.2. Тем самым обеспечивается идуций режим триггера управления независимо от положения переключателя § 5.3. При приходе на вход 9 схемы D 9.3 положительного сигнала блокировки триггер, состоящий из схем D 9.2 и D 9.3, опрокидывается. Теперь даже при снятии сигнала блокировки на выходе 7 схемы D 9.3 будет поддерживаться логическая "1", обеспечивая блокировку триггера управления.

При нажатии кнопки § 5.5 ГОТОВ на схему D 9.2 подается логическая "1", которая переводит R-S триггер в исходное положение. Время подачи положительного сигнала определяется номинальным значением элементов C32, R66, R38 и составляет около 3 мс. Таким образом, блокировка снимается и первый же синхронимпульс запускает через триггер управления генератор развертки. При достижении пилообразным напряжением определенной величины, появляется сигнал блокировки и опять опрокидывает R-S триггер, блокируя триггер управления.

Положительный импульс с выхода 2 схемы D 15.2 поступает на дифференциальный усилитель V 30, V 31, предназначенный для согласования логических сигналов с генератором развертки. На базу V 31 с выхода 3 схемы D 15.2 подается отрицательный импульс. С коллектора V 30 снимается отрицательный импульс (от +0,8 В до минус 1 В), по длительности соответствующий прямому ходу развертки. С коллектора V 31 снимается положительный импульс о уровнями, соответствующими ТТЛ-микро-

схемам.

6.2.4. Схемы автозапуска и индикации (рис.7 ТО1)

Схема автозапуска собрана на схеме D I3.2, D I3.3 и транзисторе V28. В ждущем и автоколебательном режимах на вход I2 схемы D I3.3 подается логический "0" с выхода 3 схемы D9.2. В момент прихода синхроимпульса опрокидывается двоянный триггер в триггере управления. На выходе 6 схемы D I5.1 появляется положительный импульс, длительность которого соответствует длительности прямого хода развертки. Этот импульс, проходя через выходной эмиттерный повторитель схемы D I3.2, заряжает конденсатор C43 до логической "1". Схема D I3.3 своим инвертирующим выходом закрывает схему D I3.1, обеспечивая ждущий режим триггера управления. После окончания положительного импульса с выхода 6 схемы D I5.1 конденсатор C43 начинает разряжаться через резистор R130 до логического "0". Время разряда составляет 30-35 мкс. Если за это время не придет синхроимпульс и не перебросит двоянный триггер, то блокировка схемы D I3.1 снимается, и триггер управления переходит в автоколебательный режим, если переключатель S 5.3 находится в положении АВТ.

Схема индикации представляет собой транзистор V32 со светодиодом VI и резистором R7, включенными в цепь коллектора. База транзистора соединена с инверсным выходом схемы D I3.3, а эмиттер - с плюсом. При наличии синхроимпульсов конденсатор C43 заряжен, на прямом выходе схемы D I3.3 логическая "1", на инверсном - логический "0". Переход база - эмиттер смещен в обратном направлении и светодиод не светится. При отсутствии синхроимпульсов кон-

денсатор С43 разряжается, транзистор V32 открывается и светодиод начинает светиться. Таким образом осуществляется индикация отсутствия синхронизации.

В однократном режиме триггера управления после окончания развертки на выходе схемы D 9.2 устанавливается логическая "1", которая гасит светодиод VI через схему D T3.3. При нажатии кнопки S 5.5 логическая "1" снимается и светодиод начинает светиться, если не подается синхроимпульс. Таким образом осуществляется индикация готовности развертки к запуску. Как только появляется синхроимпульс и опрокидывается двоянный триггер, светодиод гаснет.

6.2.5. Генератор развертки I (рис.10 ТО1)

Генератор развертки содержит времязадающие конденсаторы С4, С6, С11, С17, С21, два из которых (С4, С17) постоянно включены во времязадающую цепь, а остальные выбираются с помощью переключателя S I (контакты I5, I7, I9) путем открывания одного из ключей в схемах А1 и А3 (выводы 2, 3, 4).

Пилообразное напряжение получается благодаря линейному заряду выбранного конденсатора током, вырабатываемым источником тока V3, и затем быстрому разряду через открытый ключ VI, который закрыт во время линейного заряда конденсатора отрицательным импульсом с дифференциального каскада в триггере управления.

Времязадающие резисторы R1-R6, R17 выбираются с помощью переключателя S I (контакты 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18). Напряжение на времязадающем резисторе задается эмиттерным повторителем V5, он не служит для термостабилизации источ-

изка тока. Резистор R29 позволяет плавно уменьшать напряжение на времязадающем резисторе, увеличивая тем самым длительность развертки. С осью резистора R29 связан переключатель S3, управляющий светодиодом V3 (рис.12 ТО1). При введении резистора из калиброванного положения загорается светодиод V3., индицирующий наличие раскалибровки.

Резистор R56 позволяет корректировать длительность развертки на всех диапазонах путем изменения напряжения на базе эмиттерного повторителя V5. Ключ в схеме A3 (выводы 6, 7, 8) открывается одновременно с выключением конденсатора C21. Так как конденсатор может иметь отклонение емкости на $\pm 10\%$ от номинального значения, то необходима подстройка генератора развертки. Эта подстройка осуществляется резистором R66, который обесточен на всех диапазонах, кроме диапазонов от 2 до 200 мс/ДЕЛ.

Пилообразное напряжение с генератора развертки через истоковый повторитель V9 и через эмиттерный повторитель V11 передается на схему блокировки I и компаратор задержки. Через эмиттерный повторитель V14 пилообразное напряжение передается на коммутатор X, а через эмиттерный повторитель V20 - на блок управления в цифровом измерителе.

На переключателе S1 имеется группа контактов (I, 3, 5, 7, 9, II), задающих программу работы генератора знаков и связанных с разъемом XI.

6.2.6. Схема блокировки I (рис.7 ТО1)

Пилообразное напряжение через эмиттерный повторитель V11 (рис.10 ТО1) через диод V29 заряжает один из блокировочных конденсаторов C47, C50 - C52, выбираемых с помощью

переключателя *SI* (рис.10 ТО1) одновременно с соответствующим времязадающим конденсатором путем открывания одного из ключей в схемах А4 и А5 (выводы 2,3,4). Разряд блокировочного конденсатора происходит после окончания прямого хода развертки через резисторы *RI55* и *K5*. Длительность разряда задается большей длительности разряда соответствующего времязадающего конденсатора, что позволяет генератору развертки полностью восстановить исходное состояние. Резистор *K5* позволяет плавно регулировать длительность разряда и тем самым длительность блокировки, что необходимо для устранения дрожания изображения на высоких частотах.

Напряжение с блокировочного конденсатора снимается через источник повторитель *V25*, нагрузкой которого является источник тока. Это позволяет снизить напряжение на резисторах *R94* и *R112* до уровней, соответствующих рабочему диапазону микросхем серии 100. Далее это напряжение подается на триггер Шmittа, собранный на схеме Д 9.1.

Время блокировки определяется как постоянной времени цепи, так и сопротивлением резистора *R93*. Резистор *R94* позволяет регулировать амплитуду пилообразного напряжения.

6.2.7. Компаратор задержки (рис.7 ТО1)

Компаратор задержки представляет собой пороговый элемент, на входе которого пилообразное напряжение сдвигается по уровню относительно порога срабатывания.

Пороговый элемент представляет собой *R - S* триггер на схемах Д 14.1 и Д 11.3, который срабатывает при достижении пилообразным напряжением уровня минус $1,4 \text{ В}$, а выключается сигналом от схемы блокировки П (вход 10 схемы

D II.3), положительным импульсом, обратного хода основной развертки (вход II схемы D II.3) или переключателем S 4.5 через диод V 21. Диод V 24 ограничивает пилообразное напряжение с целью защиты схемы D I4.I. Сдвинутое по уровню пилообразное напряжение поступает на пороговый элемент через эмиттерный повторитель V26. Сдвиг по уровню осуществляется на резисторах R135, R136 постоянным током, который задается источником тока на схеме A5 (выводы 6, 7, 8). Значение тока, а значит и сдвига, изменяется путем изменения напряжения на базе источника тока с помощью многооборотного резистора R6 ЗАДЕРЖ, имеющего линейную зависимость сопротивления от угла поворота ося. Резисторами R135 и R151 осуществляется регулировка сдвига с тем, чтобы установить диапазон срабатывания порогового элемента в 9 делений шкалы ЭЛТ при условии, что начало диапазона приходится на первое деление шкалы.

6.2.8. Входной каскад II (рис.7 ТО1)

Входной каскад II аналогичен входному каскаду I. Исключением является отсутствие в нем переключателей, обеспечивающих выбор спектра частот синхронизации и синхронизации от сети, а также наличие эмиттерного повторителя V14 для вывода сигналов через коммутатор X на усилитель горизонтального отклонения.

6.2.9. Компаратор II (рис.7 ТО1)

Компаратор II полностью идентичен компаратору I (см. п.6.2.2). —

6.2.10. Триггер управления II (рис.7 ТОI)

Триггер управления II состоит из двоянного триггера, аналогичного двоянному триггеру в триггере управления I, и транзистора V27. Триггер работает в двух режимах:

автоколебательном-запуск триггера управления происходит сразу после срабатывания компаратора задержки;

в другом - запуск триггера управления происходит после срабатывания компаратора задержки в момент прихода синхронизирующего импульса.

В автоколебательном режиме переключатель S6 находится в положении, указанном на принципиальной схеме, и подает на схемы D I2.2 и DI4.2 логическую "1", блокируя их. Схема DI4.3 на выходе 7 повторяет, а на выходе 6 инвертирует сигнал, приходящий с компаратора задержки, т.е. выключается по определенному уровню основной развертки, а выключается по импульсу блокировки задержанной или основной разверток.

Транзистор V27, выполняющий роль ключа, работает аналогично транзистору V32, описанному выше. Импульс с его коллектора управляет входным ключом генератора задержанной развертки II.

В другом режиме переключатель S6 снимает блокировку, и схема работает как двоянный триггер, причем сигнал с компаратора задержки в триггера управления II выполняет роль блокировки в триггере управления I.

6.2.11. Генератор развертки II (рис.10 ТОI)

Устройство и работа генератора развертки II аналогичны генератору развертки I (см.п.6.2.5)

6.2.12. Схема блокировки П (рис.7 ТО1)

Пилообразное напряжение с генератора развертки П понижается по уровню на резисторе R140, благодаря источнику тока в схеме А3 (выводы 6, 7, 8). Затем через эмиттерный повторитель в той же схеме подается на R-S триггер (схем D II.1 и D II.2). При достижении пилообразным напряжением уровня логической "1", триггер опрокидывается и сигналом с выхода I4 отключает генератор задержки. Установка триггера в исходное состояние осуществляется только во время обратного хода основной развертки. Таким образом, предотвращается повторный запуск триггера управления П во время прямого хода основной развертки.

Резистором R140 можно регулировать амплитуду пилообразного напряжения.

6.2.13. Коммутатор подсвета (рис.7 ТО1)

Коммутатор подсвета может работать в одном из пяти режимов:

- режим основной развертки ("I");
- режим основной развертки с подсвеченным участком, соответствующим задержанной развертке ("I" и П");
- режим развертки внешним сигналом ("⊕ X");
- режим поочередного следования основной развертки с подсвеченным участком и задержанной развертки ("→ →");
- режим задержанной развертки ("I").

Для перехода от уровней ТТЛ к уровням ЭСЛТ служат эмиттерные повторители с разделенной нагрузкой, выполненные на схеме А2. Для подачи на схемы ТТЛ логической "1" исполь-

зуется резистор R38. На контакты I9 и У разъема X2.1 выводится импульс подсвета основной развертки, а на контакты Z1 и X импульс подсвета задержанной развертки. Логическая "1" соответствует гашению луча на экране ЭЛТ.

При включении осциллографа осуществляется задержка подсвета на время не менее 30С с целью повышения надежности работы ЭЛТ. При этом сразу после выключения начинается заряд конденсатора С1 через источник тока А1.1. Напряжение с конденсатора С1 подается через истоковый повторитель V1, на ключ А1.2. Дiode V4 ограничивает обратное напряжение перехода база-эмиттер транзистора А1.2 при полном заряде конденсатора С1. При открытом ключе А1.2 схемы D 4.2 и D 2.2 заблокированы, а на выходе В схемы D 2.2 имеется логическая "1", а на выходе П схемы D 4.1 - логический "0". Схема D 2.2 блокирует через эмиттерный повторитель схемы D 7.1 и D 8.1. В результате на всех входах D 7.2 и D 8.2 имеется логический "0", а следовательно, на их выходах логическая "1", что соответствует гашению. Как только ключ А1.2 закрывается, блокировки снимаются и начинается подсвет ЭЛТ в соответствующих режимах. Все режимы заданы переключателем S 4, который является зависимым, т.е. при нажатии одной кнопки остальные кнопки возвращаются в исходное положение.

6.2.13.1 Режим основной развертки

В этом режиме нажата кнопка "I" переключателя S 4.5. При этом блокируется нижняя схема ИЛИ-НЕ (D 8.1) и открывается верхняя. На выходе В схемы D 2.2 устанавливается логическая "1", а на выходе схемы D 4.1 устанавливается логический "0". Триггер D 3 установлен в единичное состоя-

ние по входу (вывод I3). Цепь его включения идет через переключатели S 4.3, S 4.1, S 4.2. В результате этого верхняя схема D 7.1 заблокирована. Через нижний инвертор D 4.3 на коммутатор X подается логическая "1", что соответствует подаче пилообразного напряжения основной развертки на усилитель горизонтального отклонения. Отрицательные импульсы, соответствующие прямому ходу основной развертки, со схемы D 15 поступают на вход I0 схемы D 7.1 и вход I3 схемы D 8.1, затем через схемы ИЛИ-НЕ D 7.2 и D 8.2 подаются на усилитель импульсов подсвета. Положительный же импульс с коллектора V3I подается на схему D 1.2, которая открыта, т.к. схема D 1.1 заблокирована переключателем S 4.2, и с нее через инвертор D 1.3 на тракт вертикального отклонения для обеспечения поочередного переключения каналов.

6.2.12.2. Режим основной развертки с подовеченным участком

В этом режиме все кнопки переключателя S 4 находятся в положениях, указанных на принципиальной схеме (рис. 7 ТОГ). Кнопка S 4.4 может быть нажата. При этом верхняя схема D 8.1 заблокирована, а нижняя открыта и пропускает на вход импульс, соответствующий прямому ходу задержанной развертки. В остальном коммутатор работает так же, как и в режиме основной развертки.

6.2.13.3. Режим развертки внешним сигналом

В этом режиме нажата кнопка "⊕" X переключателя S 4.3. При этом триггер D 3 устанавливается в состояние 0

логической "1" на обоих выходах. С выходов схемы D 4.3 на коммутатор X подаются логические "0". Обе схемы D 7.1 заблокированы. С третьей группы контактов на коммутатор X подается логическая "1", которая открывает схему D 4.2, вследствие чего со схемы D 4.1 поступает также логическая "1", блокирующая схемы D 7.2 и D 8.2. На их выходах устанавливается логический "0", что соответствует постоянному под- свету луча на экране ЭЛТ.

Четвертая группа контактов подключает к переключателю S2 ("X10") напряжение 5 V, отключая растяжку изображения по горизонтали в этом режиме.

6.2.13.4. Режим поочередной развертки

В этом режиме нажатие кнопки " $\rightarrow \rightarrow$ " переключателя S4.2. На входах R и S триггера D3 устанавливается логическая "1". Триггер начинает работать в режиме деления частоты. На его вход приходят положительные импульсы с коллектора транзистора V 3I. Таким образом, триггер переключается в конце импульса подсвета и развертки.

Выходы триггера блокируют верхнюю или нижнюю схемы D 7.1, поочередно подключая на выход импульсы подсвета основной и задержанной разверток.

На выходах схем D 4.3 также поочередно появляются положительные импульсы, подаваемые на управляющие входы коммутатора X, при этом на вход усилителя горизонтального отклонения поочередно поступают пилообразные импульсы основной и задержанной разверток.

Переключателем S4.2 снимается блокировка со схемы D 1.1, и она начинает пропускать импульсы подсвета, поделен-

ные на два. Эти импульсы подаются в тракт вертикального отклонения для обеспечения сдвига (разделения) изображения по вертикали при прохождении задержанной развертки, а также на схему D 1.2, в результате чего на контакты M, I2 разъема X2 импульсы подсвета начинают идти через один и переключены каналов в тракте вертикального отклонения происходит после прохождения основной и задержанной разверток.

6.2.13.5. Режим задержанной развертки

В этом режиме нажата кнопка "П" переключателя S 4.1. При этом триггер D 3 устанавливается в нулевое состояние по выходу 8. Схемы D 7.1 и D 8.1 пропускают на выход только импульсы подсвета задержанной развертки.

Когда тракт вертикального отклонения работает в прерывистом режиме, с него на контакты П, I5 разъема X2.1 приходят отрицательные импульсы гашения луча ЭЛТ в момент переключения каналов. Эти импульсы блокируют нижнюю схему D 2.2 на выходе которой появляются положительные импульсы, блокирующие в свою очередь через эмиттерный повторитель все схемы D 7.1 и D 8.1. На всех входах схем D 7.2 и D 8.2 в этот момент появляется логический "0", а на выходах - логическая "1", что соответствует гашению луча ЭЛТ.

В момент вывода на экран ЭЛТ цифровой информации необходимо подсвечивать появившиеся цифры. При этом на контактах P, I6 разъема X2.1 приходит от блока управления в цифровой измерителе положительный импульс, забирающий через нижнюю схему D 2.2 и эмиттерный повторитель схемы D 7.1 и D 8.1, что препятствует выводу на усилитель подсвета импульсов

подсвета основной и задержанной разверток. Поступающие в это время на контакты C, I7 разъема X2.1 импульсы подсвета цифровой информации проходят через верхнюю схему D 2.2, схему D 4.1 и эмиттерный повторитель на схемы D 7.2 и D 8.2, обеспечивая наличие на выходе необходимых сигналов.

6.2.14. Коммутатор X (рис.10 ТО1)

В зависимости от режима коммутатора подсвета импульсы или постоянное напряжение положительной полярности приходит со схем D 4.3 (рис.7 ТО1) и с переключателя S 4.3 (рис.7 ТО1) на соответствующие транзисторные ключи

V 28 - V 30. Когда ключ открыт, открыт и соответствующий транзистор (V 21, V 23, V 24). Дiodы, подключенные к его коллектору, открываются, и соответствующий сигнал, поступающий на вход коммутатора X (диоды V I7 - V I9), проходит на усилитель горизонтального отклонения. В противном случае диоды, включенные встречно, заперты, и сигнал не проходит.

6.2.15. Усилитель горизонтального отклонения (рис.8 ТО1)

Сигналы с блока развертки поступают на контакты 5, I1 разъема X1.1 и далее через параллельно соединенные стабилитрон V I и конденсатор C4 на вход дифференциального усилителя A1.1, A1.2. Генератор тока на транзисторе V 2 задает режим стабилитрону V I, обеспечивая передачу пилообразного напряжения на базу A1.1 с минимальными искажениями. На другой вход дифференциального усилителя подается напряжение с резистора R1, служащего для балансировки усилителя, и о

разисторов R9, R10 (рис.1 ТО1), расположенных на передней панели осциллографа, управляющих грубым и плавным смещением изображения на экране ЭЛТ по горизонтали.

В режиме "X10" магнитоуправляемый контакт К1 выключает между эмиттерами А1.1, А1.2 цепочку резисторов R24, R25. При этом усиление каскада увеличивается в десять раз, а следовательно, коэффициент отклонения осциллографа по временной оси уменьшается в десять раз. Калибровка коэффициентов развертки в режиме "X10" производится подстроечным резистором R24. Сигнал цифровой индикации поступает с генератора звуков через резистор R27 на вход дифференциального усилителя А3.1, А3.2. Подстроечным резистором R9 регулируется постоянный уровень сигнала цифровой индикации на входе усилителя, определяющий положение цифрового изображения по горизонтали на экране ЭЛТ. Регулировка размеров цифрового изображения осуществляется подстроечным резистором R33.

Транзисторы А2.1, А2.2, включенные по дифференциальной схеме, являются генераторами тока для дифференциальных усилителей А1.1, А1.2 и А3.1, А3.2 соответственно. Дифференциальный усилитель на транзисторах V3, V5 управляет базовым смещением транзисторов А2.1, А2.2. Когда на базу V3 подается логический "0", транзисторы V3 и А2.1 открыты и дифференциальный усилитель А1.1, А1.2 включен, в то время как транзисторы V5 и А2.2 закрыты и дифференциальный усилитель А3.1, А3.2 обесточен. В этом режиме на выходной усилитель на транзисторах V8 - V17 поступает сигнал развертки с дифференциального усилителя А1.1, А1.2. Когда на базу V3 подается логическая "1", т.е. транзисторы V5, А2.2 открыты, дифференциальный усилитель А3.1, А3.2 включен, а

транзисторы V3, А2.1 закрыты и дифференциальный усилитель А1.1, А1.2 обесточен. В этом режиме на выходной усилитель поступает сигнал цифровой индикации с дифференциального усилителя на транзисторах А3.1, А3.2.

Эмиттерные повторители V8 - V11 служат для согласования высокого выходного сопротивления дифференциальных усилителей А1.1, А1.2 и А3.1, А3.2 с низким входным сопротивлением выходных транзисторов V12, V14, V15, V17. Транзисторы V12, V17 включены по схеме с общим эмиттером. Их динамическими нагрузками являются транзисторы V13, V14 и V15, V16 соответственно. Каждое плечо выходного усилителя охвачено глубокой отрицательной обратной связью, осуществляемой резисторами R45 и R46 и подстроечными конденсаторами С14 и С17. Конденсаторами С14 и С17 подстраивается линейность быстрых разверток.

6.2.16. Усилитель импульсов подсвета (рис.6 ТО1)

Логические уровни микросхем серии 100 поступают с основной и задержанной разверток на контакты 4,Г и 5,Д разъема XI (XI.1 и XI.2) усилителя импульсов подсвета. Диоды V5, V6 и V7, V8 служат для повышения уровня входных сигналов до порога срабатывания переключателей токов на транзисторах V11, V16 и V12, V17. Токи транзисторов V16, V17 суммируются на их общей коллекторной нагрузке R23 - резистора обратной связи выходного усилителя. Максимальному току транзисторов V16, V17 соответствует максимальная яркость изображения на экране ЭЛТ. Оптимальное соотношение яркостей основной и задержанной разверток в

режиме "I и II" устанавливается переменным резистором R14, а максимальная яркость изображения устанавливается переменным резистором R5. Диоды V14 и V15 ограничивают ток транзистора V17, диод V13 ограничивает запирающее напряжение на эмиттере транзистора V12.

На транзисторах V9, V10 собран входной каскад, на который подается внешний сигнал подсветки от входа "⊕ Z". На диодах V3, V4 и стабилитронах V1, V2 собран ограничитель амплитуды входного сигнала. Источковый повторитель на двоярном полевом транзисторе V9 нагружен на оглушающий эмиттерный повторитель на транзисторе V10.

Токовые переключатели на транзисторах схемы А1 управляются сигналами логических микросхем серии I33, поступающими со схемы подсветки меток на контакты 2,Б и 3,В разъема XI (XI.3). Токи транзисторов, коллекторы которых объединены через резисторы R16, R19, суммируются на эмиттере транзистора V12 и вычитаются из эмиттерных токов транзисторов V12 и V17. Подстроечными резисторами R29 и R30 выставляется требуемые традация яркости изображения на экране ЭЛТ, соответствующие определенным комбинациям логической "1" на входах 2,Б и 3,В разъема XI (XI.3).

Эмиттерные повторители V18, V19 служат для согласования высокого выходного сопротивления транзисторов V16 и V17 с низким входным сопротивлением выходных транзисторов V21, V23. Транзистор V23 включен по схеме с общим эмиттером. Транзисторы V21, V22 являются его динамической нагрузкой. Каскодное включение транзисторов V21, V22 позволяет ограничить падение напряжения на каждом транзисторе

на уровне 50 В. Выходной усилитель охвачен глубокой отрицательной обратной связью, осуществляемой резистором R23 и подстроечным конденсатором C9. Подстроечным резистором R22 и конденсатором C9 регулируется переходная характеристика усилителя.

Импульс подсветки подается с коллектора транзистора V23 через резистор R47 и высоковольтный конденсатор C1 (рис.1 ТО1) на модулятор ЭЛТ для управления яркостью изображения. Модулятор ЭЛТ находится под высоким напряжением (около 2,5 кВ), поэтому для передачи на него постоянной составляющей сигнала подсветки применена схема модулятор-демодулятор.

Модулятор, собранный на транзисторах V24, V25, представляет собой генератор прямоугольных импульсов частотой около 40 кГц. Через конденсатор C15 и резистор R39 осуществляется положительная обратная связь. Режим модулятора по постоянному току устанавливается подстроечным резистором R48. Сигнал генератора модулируется выходным сигналом усилителя импульсов подсветки и поступает через высоковольтный конденсатор C5 (плата П2, рис.1 ТО1) на демодулятор, расположенный на упомянутой плате П2.

Диоды V26 и V27 предназначены для защиты от перегрузок по напряжению транзистора V25.

6.3. Калибратор (рис.9 ТО1)

Калибратор предназначен для калибровки трактов вертикального и горизонтального отклонения, цифрового измерительного блока осциллографа, а также компенсации делителя 1:10.

Калибратор обеспечивает на выходах следующие сигналы:
импульсы частотой $(10 \pm 0,01) \text{ MHz}$, амплитудой $0,6 \text{ V}$ на выходе "100 ns";

меандр частотой $(1 \pm 0,001) \text{ kHz}$, амплитудой $(3 \pm 0,03) \text{ V}$ на выходе "3 V";

меандр частотой $(10 \pm 0,01) \text{ kHz}$, амплитудой 80 mV на выходе "C" \rightarrow 80 mV ", погрешность амплитуды не превышает $\pm 0,5\%$.

Имеется возможность получения на выходах "3 V" и "C" \rightarrow 80 mV " постоянных напряжений положительной полярности с соответствующими значениями напряжений.

Калибратор состоит из задающего генератора стабильной частоты, делителя частоты повторения импульсов и схемы формирования выходного сигнала.

Задающий генератор собран на схеме D1 по релаксационной схеме. Стабильность частоты обеспечивается включением в цепь положительной обратной связи кварцевого резонатора В1. Сигнал задающего генератора через транзистор V1 поступает на вход делителя частоты, собранного на схемах V2 - V5, который обеспечивает на своих выходах управляющие сигналы с частотой 1 и 10 kHz. Транзистор V1 обеспечивает согласованные выходные уровни схемы D1 с входными уровнями схемы D2.

Выходные сигналы делителя частоты поступают на схему формирования калиброванных сигналов, состоящую из стабилизатора постоянного напряжения, электронных ключей, схемы управления делителей напряжения.

Стабилизатор постоянного напряжения выполнен на операционном усилителе А1, на который подается опорное напряжение

с опорного прецизионного стабилизатора V2.

Напряжение со стабилизатора постоянного напряжения подается на электронные ключи A2, A3. Управление этими ключами производится схемой управления D6 путем подачи импульсов частотой 1 и 10 KHZ. В положении "----" переключателя S1 (S1-I) со схемы управления на ключ поступает постоянное напряжение, соответствующее открытому состоянию ключа.

На выходах ключей A2, A3 установлены делители напряжения R17, R19 и R18, R20, обеспечивающие на соответствующих выходах напряжения 80 мВ и 3 В.

6.4. Электронно-лучевой индикатор (рис.1 ТО1)

Электронно-лучевой индикатор состоит из ЭЛТ V I и схемы управления ЭЛТ (печатная плата П2).

ЭЛТ предназначена для преобразования электрического сигнала в видимое изображение на экране.

Схема управления предназначена для задания режимов ЭЛТ по постоянному току.

При помощи переменных резисторов R6, R7 (плата П.2) производится изменение тока в катушках L3.1 и L3.2 для установки вертикальной и горизонтальной линии развертки ЭЛТ параллельно соответствующим линиям шкалы ЭЛТ.

Транзистор V1, включенный по схеме эмиттерного повторителя, предназначен для установки на ускоряющем электроде ЭЛТ (7 контакт V1) напряжения, равного среднему потенциалу пластин вертикального отклонения, для обеспечения оптимальной фокусировки по экрану ЭЛТ.

Переменные резисторы R7 (Гориз.уст) и R13 (Верт.уст)

платы П2 предназначены для получения максимального тока обхода электронного луча.

Переменные резисторы R1 и R6 (Корр. пучка) предназначены для компенсации неточности сборки ЭЛТ и позволяет установить оптимальное распределение яркости в изображении электронного луча ЭЛТ.

Переменный резистор R3 (Корр. геометрии) предназначен для уменьшения геометрических искажений изображения по полю экрана ЭЛТ типа подковообразной и бочкообразной дисторсии.

Переменные резисторы R2 и R22 предназначены для устранения нелинейности чувствительности ЭЛТ в вертикальном направлении. Переменные резисторы R10 ("□"), R19, R20 платы П2 и R13 ("○") предназначены для обеспечения качественной фокусировки изображения сигнала.

Управление яркостью изображения сигнала производится при помощи сигнала, подаваемого на модулятор ЭЛТ (3 контакт VI). При отсутствии сигнала от усилителя импульсов подсвета модулятор находится под отрицательным потенциалом относительно катода ЭЛТ (2 контакт VI). Отрицательное смещение на модуляторе задается при помощи стабилитронов VI, V2 (плата П2).

Переменный резистор R16 позволяет производить установку задержанного напряжения на модуляторе в зависимости от характеристик ЭЛТ, установленной в осциллографе.

Вследствие того, что модулятор ЭЛТ находится под потенциалом около 2500 В относительно корпуса осциллографа непосредственная связь между выходом усилителя импульса подсвета и модулятором недопустима. Вследствие этого высокочастотная составляющая импульса подсвета передается на моду-

лятор ЭЛТ через высоковольтный разделительный конденсатор С1, а низкочастотная составляющая импульса подсвета в виде модулированного высокочастотного сигнала передается через высоковольтный разделительный конденсатор С5 (плата П2), детектируется цепочкой V3, V4, R17, С6 (плата П2) и через резисторы R24 (плата П2) и R14 передается на модулятор ЭЛТ, где и происходит восстановление исходной формы импульса подсвета.

6.5. Цифровой измеритель

Цифровой измеритель предназначен для измерения амплитудных и временных параметров исследуемых сигналов.

Цифровой измеритель, структурная схема которого приведена на рис. 6.4, состоит из преобразователя стробоскопического (ПС), аналого-цифрового преобразователя (АЦП), блока управления (БУ) и устройства цифровой обработки сигналов (УЦОС).

Измеритель мгновенных значений напряжения построен по автокомпенсационной схеме с программным уравниванием и работает следующим образом. Исследуемый периодический сигнал поступает на вход ПС, который производит выборку мгновенных значений входного сигнала в заданные моменты времени и сравнивает ее с опорным напряжением. В зависимости от результатов сравнения АЦП изменяет напряжение обратной связи, поступающее на ПС, таким образом, что к концу процесса уравнивания цифровой код, определяющий напряжение в цепи обратной связи, соответствует мгновенному значению вход-

Структурная схема цифрового измерителя

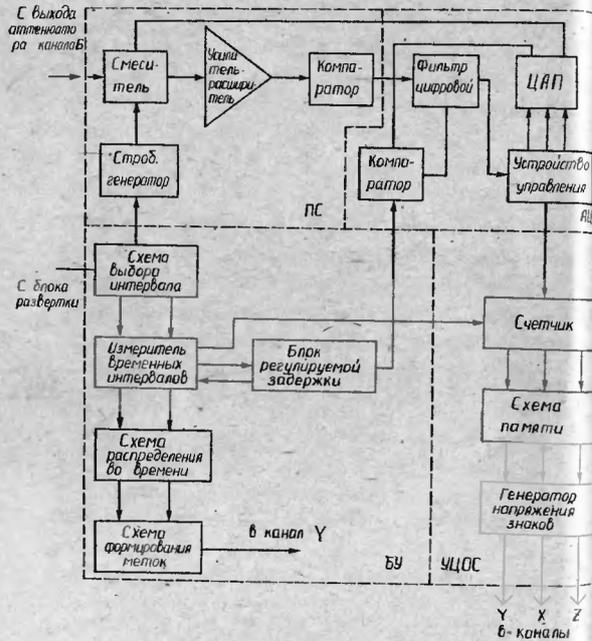


Рис. 6.4

ного сигнала в точке стробирования.

Цифровой код и сигнал об окончании процесса уравновешивания из АЦП, поступает в ЦОС, которое производит цифровую коррекцию аддитивных погрешностей и осуществляет вывод цифровой и буквенной информации через узлы вертикального, горизонтального отклонения и подсвета на экран осциллографа.

БУ формирует импульсы для запуска ПС, осуществляет связь с органами управления осциллографа и управляет работой цифрового измерителя в целом. БУ содержит также измеритель временных интервалов. Измерение временных интервалов производится путем создания на экране осциллографа калиброванного интервала времени с помощью генератора ударного возбуждения (ГУВ) частотой 10 МГц и плавно регулируемой задержки времени от 0 до 100 нс. Постоянное напряжение, соответствующее задержке, преобразуется АЦП в цифровой код, который уточняет отсчет измеряемого интервала, полученный в результате подсчета импульсов ГУВ.

6.5.1. Преобразователь стробоскопический (рис. 20 ТО1)

Преобразователь стробоскопический (ПС) служит для стробирования сигнала в заданные моменты времени и аналоговой обработки результатов стробирования.

ПС состоит из стробгенератора, смесителя, усилителя-расширителя и компаратора.

Измеряемый сигнал подается на вход смесителя, выполненного по мостовой схеме на быстродействующих СВЧ диодах V5 - V8. При отсутствии стробимпульсов мост заперт напряжением, поступающим с выхода стабилизатора А1 и стабили-

трона V2. При отпирании диодов на выходе моста возникает импульс, амплитуда которого определяется разностью напряжения, поступающего по цепи ОС на вход XI и мгновенным значением сигнала. Сигнал с выхода смесителя через искробойный повторитель на транзисторе VI2 подается на вход усилителя, выполненного на схеме A2. С выхода усилителя сигнал поступает через эмиттерный повторитель V I4 на пиковый детектор (С19, V I7). Транзистор V I8 обеспечивает разряд конденсатора С19 при подаче на базу транзистора V I8 импульсов с выхода схемы D2. Расширенный импульс подается на один из входов компаратора напряжения, выполненного на схемах A4, A5 и транзисторной обертке V I9. На другой вход компаратора подается постоянное напряжение, снимаемое с резистора R6 (рис. I ТОГ). E-S - триггер, выполненный на схемах D 2.1, D 2.2,

служит элементом памяти. Если амплитуда расширенного импульса превысит установленное значение постоянного напряжения на время, достаточное для срабатывания триггера, то независимо от дальнейшего соотношения между сигналами на входах компаратора, триггер сохраняет информацию о знаке разбаланса. Стробгенератор служит для формирования коротких стробимпульсов, управляющих прохождением сигнала через смеситель и состоит из мультивибратора на схеме

D1, диода VI и конденсатора С1. При подаче на вход мультивибратора положительных импульсов на его выходе формируются короткие импульсы, открывающие транзистор V3, в коллектор которого включен туннельный диод V4. Положительный перепад напряжения, возникающий на диоде V4, передается через интегрирующую цепочку С6, R13 на базу транзистора VI0.

В качестве коллекторной нагрузки транзистора V_{10} используется симметрирующий трансформатор $T1$, во вторичной обмотке которого формируются короткие импульсы противоположной полярности. Эти импульсы усиливаются транзистором V_{13} и через симметрирующие трансформаторы $T2, T3$ подаются в смеситель.

Питание ПС осуществляется через проходные керамические фильтры $Z1 - Z3$ и П-образные фильтры $L1 - L3, C20 - C25$. Для стабилизации источников $+15V$ и $+5V$ используется схема АЗ.

6.5.2. Блок аналого-цифрового преобразователя (рис.18 ТОГ)

Блок аналого-цифрового преобразователя (АЦП) преобразует аналоговые сигналы в цифровые и состоит из цифрового фильтра А2 (рис.17 ТОГ) и генератора напряжения компенсации А1 (рис.15 ТОГ). В состав генератора напряжения компенсации входит компаратор, устройство управления и цифро-аналоговый преобразователь (ЦАП).

На инвертирующий вход компаратора, состоящего из схем А15, А16 (рис.15 ТОГ), из блока управления поступает напряжение, пропорциональное току через диод с накоплением заряда (ДНЗ), а на неинвертирующий вход - напряжение с выхода ЦАП. В режиме измерения интервалов времени выход компаратора подключен ко входу цифрового фильтра, и АЦП измеряет напряжение, пропорциональное току, через ДНЗ. В режиме измерения амплитуды на цифровой фильтр поступают сигналы с компаратора, расположенного в ПС.

Цифровой фильтр (рис.17 ТО1) состоит из двух счетчиков и логической схемы для сравнения чисел, записанных в счетчиках. Он служит для фильтрации шумов и случайных помех, которые воздействуют в процессе измерения на входные цепи, стробопреобразователь, компараторы и другие узлы, в результате чего компараторы выдают иногда ложные сигналы. Сигналы компаратора разных знаков накапливаются в соответствующих счетчиках фильтра. С помощью фильтра на каждой ступени уравновешивания проводится n сравнений (n - число нечетное). Истинным результатом сравнения считается тот результат, который появляется не менее $\frac{n+1}{2}$ раз, где $\frac{n+1}{2}$ - емкость счетчиков. Если сигнал разбаланса значительно превышает уровень шумов и происходит накопление ответов компаратора в основном одного знака, то цифровой фильтр принимает решение в пользу преобладающего ответа компаратора за число сравнений меньше, чем n .

С помощью кнопок НАКОПЛЕНИЕ; "100"; "1000" на боковой панели осциллографа число сравнений n может быть установлено соответственно 10, 100 и 1000 раз. Когда обе кнопки отжаты, включен режим минимального накопления "x10".

Двенадцатипятиразрядный ЦАП собран по схеме деления опорного напряжения на резистивной матрице R-2R А12 (рис.15 ТО1). Номинальное значение опорного напряжения устанавливается с помощью переменных резисторов КАЛИБРОВКА АМП1 I и АМП1 II, оси которых выведены на боковую панель осциллографа.

Коэффициент деления опорного напряжения устанавливается аналоговыми ключами А1-А11 в соответствии с кодом, записанным в триггерах памяти устройства управления.

Устройство управления проводит измерения по программе

порядкового уравновешивания.

На элементах D12, D14, D16, D18, D20, D22, D24, D26, D28, D30 собраны схемы для управления триггерами памяти.

В режиме уравновешивания на входы "J" и "K" триггеров памяти подается логический "0", который блокирует триггеры к счетному входу, и управление происходит по входам "R" и "S". После окончания цикла уравновешивания триггеры памяти, с которых снимается цифровой код на ключи управления ЦАП, объединяются в двоичный счетчик и с помощью генератора перезаписи двоичный позиционный код преобразуется в последовательность импульсов, поступающих в реверсивный десятичный счетчик (УЦОС).

Элементы D1 - D6 служат для развязки по нагрузке триггеров памяти и непосредственно управляют аналоговыми ключами А1-А11.

Регистр сдвига, собранный на триггерах D32- D39, предназначен для запоминания уравновешиваемого разряда и включения на каждом такте только одного разряда ЦАП.

6.5.3. Блок управления (рис.14 ТО1)

Блок управления (БУ) служит для формирования сигналов, управляющих работой блоков ПС, УЦОС, АЦП и входного аттенюатора. Кроме того, блок управления формирует сигнал "Метка" и осуществляет связь с органами управления на передней панели прибора.

Блок управления включает в себя схему выбора интервала, измеритель временных интервалов, блок регулируемой задержки, схему распределения во времени и схему формирования меток.

Схема выбора интервала (СВИ) предназначена для совме-

ния меток на экране ЭЛТ с точками исследуемого сигнала, между которыми необходимо измерить временной интервал или точность мгновенных значений напряжений. СМИ содержит два компаратора А1 и А2, которые сравнивают пилообразное напряжение развертки луча с опорными напряжениями, поступающими с резисторов МЕТКИ. В результате сравнения на выходах компараторов А1 и А2 появляются перепады, соответствующие по времени точкам начала и конца измеряемого интервала.

Измеритель временных интервалов (ИВИ) предназначен для измерения временного интервала между метками на изображении сигнала. ИВИ содержит два канала, генератор ударного возбуждения (ГУВ) и временной селектор. Первый канал включает в себя R-S- триггер D 14.1.2 и инверторы D 15.1, D 19. Триггер разблокируется в момент начала измеряемого интервала СВИ, одновременно запускается и ГУВ D 13. Первый же импульс ГУВ, сформированный обобратителем D 14.3, перебрасывает триггер. Выходной импульс триггера используется для формирования сигналов "Запуск" и "Метка". Второй канал ИВИ включает в себя R-S- триггер D 12.2.3 и блок регулируемой задержки D 12.4; D 21.1, V10 - V16, А3 на диоде о накоплении заряда (ДНЗ) V15. Триггер разблокируется в момент окончания измеряемого интервала схемой выбора интервала и перебрасывается очередным импульсом ГУВ. Поскольку оба R-S- триггера перебрасываются только в момент действия импульсов ГУВ, то временной интервал между их срабатываниями будет равен

$$t = nT \quad (6.1)$$

где T - период импульсов ГУВ ;

$n = 0, 1, 2, 3 \dots$

Импульсы триггеров используются для открывания и закрывания временного селектора D 15.1, который формирует пачку импульсов, соответствующую количеству периодов IVB, уместящихся между метками. Блок регулируемой задержки обеспечивает плавное регулирование задержки во втором канале ИВИ в пределах 0 - 100 нС с помощью ручки МЕТКИ ПЛАВНО. Величина задержки пропорциональна току через ДИЗ и падению напряжения на резисторе R30, которое измеряется АЦП. Выходной импульс второго канала ИВИ также используется для формирования сигналов "запуск" и "Метка".

Схема распределения во времени (СРВ) предназначена для распределения во времени выходных импульсов первого и второго канала ИВИ, которые формируются в течение каждого хода развертки осциллографа, и входят в схему запуска. СРВ выполнена на двух вентилях D 21.2 и D19.3, которые управляются счетчиком на "3" (D 18, D 20), на вход которого поступает импульс с частотой развертки осциллографа. В результате, во время первого прямого хода развертки оба вентиля закрыты. Во время второго прямого хода развертки открывается вентиль D 21.2 и сигнал второго канала ИВИ проходит на выход. Во время третьего прямого хода открывается вентиль D 19.3 и сигнал первого канала ИВИ проходит на выход. СРВ формирует также сигналы подсвета Z II и Z III для подсвета меток.

В схеме формирования меток (СЗМ) формирование меток производится по выходным импульсам вентилях D 21.2 и D 19.3 СРВ. Сигнал "Метка" представляет собой положительный или отрицательный перепад напряжения амплитудой около 5 В, который подается на вход усилителя вертикального отклонения в момент, когда электронный луч находится в точ-

ке начала или конца измеряемого участка сигнала.

В результате воздействия перепада напряжения на усилитель вертикального отклонения электронный луч смещается по вертикали за пределы экрана, оставляя след — тонкую вертикальную линию — метку, которая начинается в точке на изображении сигнала: ССМ содержит ключевое устройство V18, V19, формирующее перепады напряжения. Схемы D16, D17 и переключатели S1.1 и S1.2 обеспечивают выбор полярности перепада в зависимости от того, находится метка на фронте, либо на спаде сигнала. Кнопки переключателя маркированы надписями ФРОНТ и СПАД. Правильный выбор полярности перепада обеспечивает хорошую различимость точки отрыва метки от изображений сигнала, которая принимается за границу измеряемого интервала.

Схема управления аттензатором предназначена для заземления входа осциллографа при измерении мгновенного значения относительно нулевого уровня. Заземление входа осциллографа производится путем коммутации питающих напряжений на герконовых входного аттензатора с помощью ключей V24 — V25, которые управляются R — S — триггером D6.3, D6.1 по сигналам "Индикация" и "Измерение I".

Формирование сигналов "Сброс" и "Запись" осуществляется по импульсу "Индикация" на формирователе D6, D10. Импульс "Запись" следует с частотой 1 Hz, которая задается автоматическим мультипликатором D2.

6.5.4. Устройство цифровой обработки сигнала (рис.16 ТО1)

УЦОС предназначено для обработки цифровых сигналов измерителя мгновенных значений напряжений и временных интерва-

лов с последующей индикацией информации в буквенно-цифровом виде на экране ЭЛТ, с учетом масштабных коэффициентов. УЦОС содержит счетчик, схему памяти и генератор напряжения знаков.

6.5.4.1. Счетчик

Счетчик служит для подсчета, суммирования и вычитания импульсов, а также для запоминания результатов измерения на время индикации и преобразования их в удобную для индикации форму.

Счетчик включает в себя 3 непрерывные декады D 38, D 44, D 48; реверсивные декады D 54, D 59, D 65, D 66 и вентили междекадной коммутации, которые позволяют счетчику работать в следующих режимах (см. табл. 6.1).

Таблица 6.1

Режимы работы	Выполняемые операции, m, n - количество импульсов
1. Четырехдекадный реверсивный счетчик	Подсчет m , вычитание $m-n$
2. Однодекадный - трехдекадный счетчик	Подсчет m , деление $\frac{n}{10^3}$ суммирование $m + \frac{n}{10^3}$
3. Двухдекадный + трехдекадный счетчик	То же
4. Трехдекадный счетчик	Подсчет m
5. Четырехдекадный счетчик	Подсчет m
6. Пятидекадный счетчик	То же
7. Шестидекадный счетчик	"

Счетчик снабжен схемой автоматической коррекции результатов измерения (D50 -D51), исключающей возможность индикации результатов измерения в обратном коде.

Запоминание результата измерения схемой памяти осуществляется по команде "Запись" в D - триггерах: D 55, D 56, D 60, D 61, D 67, D 68, считывание информации знаковым генератором осуществляется по командам "Опрос" с помощью вентилей: D58, D 63, D 64, D 69, D 70.

6.5.4.2. Генератор напряжения знаков

Генератор напряжения знаков предназначен для вывода цифровой и буквенной информации на экран ЭЛТ.

В основе построения генератора лежит метод полиграмм, который заключается в том, что на экране ЭЛТ формируется одна и та же фигура-полиграмма, а необходимый набор знаков получается путем подсвета определенных ее участков.

Для получения полиграммы (рис.6.5) в каналы горизонтального и вертикального отклонения осциллографа подается отклоняющие напряжения (рис.6.6), которые формируются следующим образом: от задающего генератора (схемы D 2 -D 4) импульсы подаются на двенадцатизврядный кольцевой регистр (схемы D19, D 20, D 26, D 30, D 33, D 35). Схемы D2, D 4, D 5 формируют необходимые последовательности импульсов (рис.6.7), которые поступают на входы интеграторов, где и происходит формирование отклоняющих напряжений.

Для получения строки из 5 полиграмм на экране ЭЛТ к горизонтально отклоняющему напряжению каждой полиграммы добавляется соответствующее постоянное напряжение, которое форми-

Вид полиграммы

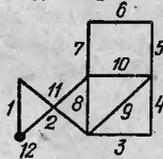


Рис. 6.5
Форма напряжения, необходимого для формирования полиграм-

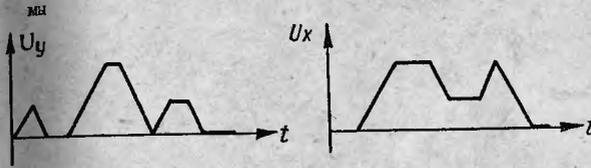


Рис. 6.6

Последовательности импульсов,
подаваемые на входы интеграторов

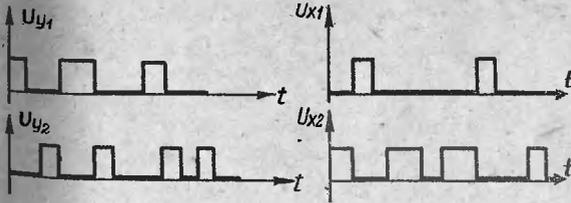


Рис. 6.7

Горизонтально отклоняющее напряжение
строки из 5 полиграмм

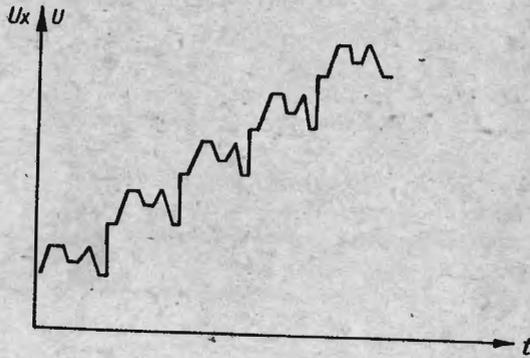


Рис. 6.8

дугается с помощью пятиразрядного регистра сдвига (схемы D 9, D12, D17) и делителя напряжений (резисторы R1, R6, R8, R11, R13). Определяющее горизонтально отклоняющее напряжение строки формируется схемами A2,3, A2,4 и A1.4. Осциллограмма напряжения представлена на рис.6.8.

Изображение букв и цифр на экране ЭЛТ получают с помощью подсвета необходимых участков полиграмм.

Коды цифр и сигналы букв преобразуются дешифратором цифр D 27 -D 29, D2I -D 25 и дешифратором букв D I4, D I5 в последовательность импульсов, поступающую на усилитель Z осциллографа.

6.6. Блок вторичного электропитания

Блок вторичного электропитания (БЭЭ) выполнен по структурной схеме выпрямитель - стабилизатор - преобразователь - выпрямитель.

ВНИМАНИЕ! Часть схемы, расположенная слева от трансформатора T2 (рис.13 ТОГ) находится под потенциалом сети.

Для подавления высокочастотных помех БЭЭ используется фильтр, собранный на плате П1. С емкостного делителя С2-С5 снимается напряжение для синхронизации осциллографа от сети.

Сетевое напряжение выпрямляется диодами VI -V4 и фильтруется емкостным (C1) и транзисторным фильтром (V5, V6, V II, C8, C10, R12 платы П3).

Выпрямленное и отфильтрованное напряжение подается на импульсный стабилизатор, состоящий из регулирующего транзистора V9, накопительного дросселя L I, коммутирующих диодов VI7 - VI9, конденсаторов сглаживающего фильтра C16, C17 и

схемы управления и защиты, выполненной на схемах А1, А3 и транзисторах V1, V2, V8, V60, V12, V61, V59 (плата ПЗ).

Стабилизированное напряжение (примерно равное 92 В) с выхода стабилизатора подается на преобразователь напряжения, выполненный на элементах V28, V30, T2 по схеме с переключающим трансформатором (ТТ). Частота преобразования примерно равна 20 КHz.

Элементы R21 - R24, V4 задают в базу транзистора V9 небольшой ток, обеспечивающий после включения БЭЗ протекание тока транзистора V9 и плавное нарастание напряжения на конденсаторах C16, C17 до напряжения запуска преобразователя. Время нарастания напряжения регулируется резистором R23. Схема запуска, выполненная на элементах V24, V25, R35, обеспечивает запуск преобразователя при достижении значения напряжения на нем примерно 100 В.

Эталонное напряжение, снимаемое со стабилизатора V7 с помощью делителя R4, R5, R6 и схемы А1, сравнивается с пульсирующим (с частотой преобразователя) напряжением обратной связи, снимаемым с выпрямителя V20, C13. На выходе схемы А1 формируется напряжение прямоугольной формы. Конденсатор C2 обеспечивает плавное включение блока питания. При положительном напряжении на выходе А1 транзисторы V59, V2, V60, V9 заперты, транзистор V8 открыт.

БЭЗ имеет защиту от перегрузок и коротких замыканий. Увеличение напряжения на датчике R10 приводит к отпиранию транзистора V1 и, соответственно, уменьшению потенциала на инвертирующем входе схемы А3. На выходе А3 появляется положительный потенциал, который через эмиттерный повторитель V12 подается в базу транзистора V59 и запирает его. Транзистор V9 закрывается.

При выходе транзистора V9 из насыщения напряжение на выводе IO (схема A3), определяемое делителем R16, R19, R50, увеличивается, что приводит к появлению на выводе A3 положительного потенциала и запертию транзистора V9. Так как при закрытом транзисторе V9 напряжение на делителе R19, R16, R50 велико, потенциал на выводе IO (схема A3) больше, чем на выводе 9 (схема A3) и схема защиты блокирует включение транзистора V9 независимо от управляющего сигнала с выхода модулятора (схема A1). Для включения транзистора V9 используется схема, выполненная на элементах R8, V16, C18, R50, R51, V21, V61, которая разблокирует схему защиты на время, достаточное для включения транзистора V9. Схема разблокировки срабатывает по отрицательному фронту импульса управления, поступающего с выхода схемы A1. Порог защиты устанавливается резистором R3.

Напряжения +5 V (I), +5V(II), +100 V, мидю 5 V получают выпрямлением переменного напряжения по двухполупериодной схеме со средней точкой и фильтрацией LC - фильтрами.

Напряжения +350 V и минус 100 V получают с помощью однополупериодных схем выпрямления с емкостными фильтрами, а напряжение +1500 V с помощью схемы удвоения напряжения.

Остальные постоянные напряжения получают выпрямлением переменного напряжения по однофазной мостовой схеме Грета.

В источниках +15 V и минус 12 V применены стабилизаторы на основе микросхем.

Переменное напряжение 100 V через диоды V6, V7 (плата П4) подается на трансформатор Т высоковольтного выпрямителя (рис. 19 ТО1) с выхода которого снимаются напряжения +12500 V и минус 2650 V. Выпрямитель +12500 V выполнен

по схеме с ушестерением напряжения, а выпрямитель минус 2650 В — по схеме удвоения напряжения.

Для компенсации изменений выходного напряжения высоковольтных источников, вызванных изменением тока нагрузки, с источника минус 2650 В через делитель R_2-R_4 (рис.19 ТО1) и R_1 , R_2 (плата П4) заведена обратная связь на усилитель обратной связи, собранный на схеме А1 (плата П4), выходное напряжение которого управляет работой составного транзистора V_2 , V_3 (плата П4).

С помощью резистора R_1 (плата П4) осуществляется регулирование выходных напряжений +12500 В и минус 2650 В.

Параметры БЭЗ приведены в табл.6.2.

Таблица 6.2
Электрические параметры блока вторичного электропитания

Контролируемый канал	Значение выходного напряжения, V		Ток нагрузки, mA, не более	Нестабильность по входному напряжению, %, не более	Среднее квадратическое значение переменной составляющей выходного напряжения, mV, не более	Примечание
	в нормальных условиях применения	в рабочих условиях применения				
+15	+15±0,15	+15±0,60	550,00	0,1	30	
-12	-12±0,12	-12±0,48	550,00	0,1	10	
+5(I)	+5±0,15	+5±0,50	900,00	0,3	15	
+5(II)	+5±0,15	+5±0,50	600,00	0,3	15	
-5	-5 ^{+0,05} _{-0,25}	-5 ^{+0,40} _{-0,60}	400,00	0,3	15	
+19	+19±1,90	-	160,00	0,3	-	
+40	+40±1,20	+40±2,60	200,00	0,3	10	
+100	+100 ⁺⁷ ₋₃	+100 ⁺¹² ₋₅	45,00	0,3	100	
-100	-100 ⁺³ ₋₈	-100 ⁺⁸ ₋₁₂	2,00	0,3	1000	

Продолжение табл.6.2

Контролируемый канал	Значение выходного напряжения, V		Ток нагрузки, mA, не более	Нестабильность по выходному напряжению, %, не более	Среднее квадратическое значение переменной составляющей выходного напряжения, mV, не более	Примечание
	в нормальных условиях применения	в рабочих условиях применения				
-24	-24±1,6	-24±3,2	30,00	0,3	10	
+350	+350 ^{+25,0} _{-17,5}	+350 ^{+46,0} _{-38,5}	1,00	0,3	300	
+1500	+1500 ⁺¹⁵⁰ ₋₆₀	+1500 ⁺²²⁵ ₋₁₅₅	0,35	0,3	1000	
+12500	+12500±625	+12500±1500	0,02	0,3	10000	
- 2650	- 2650 ⁺¹⁵⁰ ₋₂₇	- 2650±265	2	0,2	6000	
~ 6,3	6,3±0,6	-	300	-	-	Под потенциалом минус 2,65 kV

7. МАРКИРОВАНИЕ И ПЛОМБИРОВАНИЕ

На передней панели осциллографа помещены наименование и условное обозначение. На задней панели указан заводской номер осциллографа.

Места пломбирования: винты на боковых стяжках, фиксирующие крышки корпуса; одна из пластмассовых ножек на задней панели осциллографа.

8. ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

8.1. Приведение осциллографа в состояние готовности для эксплуатации

В случае большой разности температур между складским и рабочим помещениями полученный со склада осциллограф выдерживается не менее 4 h в нормальных условиях применения.

После длительного хранения или транспортирования в условиях повышенной влажности осциллограф перед включением должен быть выдержан в нормальных условиях применения в течение 8 h.

После распаковки проверяется комплектность осциллографа в соответствии с описанием укладки.

8.2. Особенности эксплуатации

8.2.1. Приступая к работе с осциллографом, необходимо тщательно изучить все разделы настоящего технического описания и инструкции по эксплуатации.

8.2.2. При работе с осциллографом необходимо строго выполнять порядок операций, указанных в настоящем документе.

8.2.3. Осциллограф во время работы должен быть установлен так, чтобы вентиляционные отверстия во всех крышках осциллографа не закрывались посторонними предметами.

8.2.4. Во избежание прогорания экрана осциллографа не допускается оставлять яркое пятно длительное время в одной точке экрана.

8.2.5. Повторное включение прибора следует производить не раньше, чем через 10с после предшествующего выключения.

8.2.6. При отсутствии сигнала в канале "Б" необходимо производить поочередное нажатие кнопок переключателей $T_1, U_1 - U_2$ - выбора режима цифровых измерений.

9. УКАЗАНИЯ МЕР БЕЗОПАСНОСТИ

При эксплуатации, ремонте и настройке осциллографа следует учитывать наличие внутри него высоких напряжений, опасных для жизни, поэтому категорически запрещается работа осциллографа со снятыми защитными крышками и без заземления корпуса.

Все переключки в осциллографа делать только при выключенном тумблере СЕТЬ, а при переключках в блоке питания, кроме того, вынимать из сети вилку кабеля питания ввиду опасности поражения напряжением сети.

При измерениях в цепях ЗЛТ следует пользоваться высоковольтным пробником, так как в цепях имеются высокие напряжения минус 2,65 kV и 12 kV. Следует помнить, что напряжение 12 kV сохраняется в течение нескольких часов после выключения осциллографа.

Все элементы осциллографа, находящиеся под высоким напряжением, имеют защитные ограждения, обозначенные знаком "⚡".

При проведении измерений, обслуживании и ремонте, в случаях использования осциллографа совместно с другими приборами необходимо произвести выравнивание потенциалов корпусов осциллографа и этих приборов путем соединения клеммы "⊥" на передней панели осциллографа с корпусными клеммами всех приборов.

10. ПОДГОТОВКА К РАБОТЕ

10.1. Расположение органов управления и их назначение

10.1.1. Органы управления, присоединения и индикации для удобства работы оператора сгруппированы по зонам.

10.1.2. Органы управления, присоединения и индикации тракта вертикального отклонения, расположенные на передней панели слева от экрана ЗЛТ, предназначены:

гнезда "⊕ 1MS20pF" для подачи сигналов на входы;

переключатели ИНВЕРТ., ОТКЛ. - для инвертирования

полярности сигналов в каждом из каналов;

переключатели " - ", " \perp ", " \sim " - для выключения открытого или закрытого входов или замыкания их на корпус;

переключатели " V/ДЕЛ." - для переключения коэффициентов отклонения каждого из каналов;

переключатели СИНХР. - для выбора источника внутренней синхронизации;

переключатели А, "...", А + Б, " \rightarrow ", Б - для выбора режимов работы каналов;

ручки ПЛАВНО - для плавного регулирования коэффициентов отклонения каждого из каналов;

ручки " \uparrow " - для перемещения по вертикали изображения сигнала в каждом из каналов;

оси переменных резисторов БАЛАНС - для балансирования усилителей каждого из каналов;

световая индикация " ∇ " - для индикации некалиброванного положения ручки ПЛАВНО. В нижнем левом углу установлено гнездо " \perp ", соединенное с корпусом осциллографа

Ю.1.3. Органы управления, присоединения и индикации, расположенные на передней панели под экраном ЭЛТ, предназначены:

ручка СЕТЬ - для включения и отключения осциллографа;

лампа СЕТЬ - для индикации включения сети;

ручка " " - для регулирования подсветки шкалы ЭЛТ;

колодка "100 и 3 V" - для выходов калибратора;

ручка РАЗДЕЛ ЛУЧА - для смещения изображений при работе в режиме одновременной индикации двух разверток;

ручка " " - для регулирования яркости луча ЭЛТ;

ручка " \odot " - для фокусирования луча ЭЛТ;
 ручки " \square " , " \blacksquare " - для плавного и грубого перемещения изображения по горизонтали;
 переключатель Т, $|U_1 - U_2|$, U_1 , СПАД, ФРОНТ - для выбора режима цифровых измерений;
 ручки МЕТКИ, " Гм ", " Пм ", ПЛАВНО - для перемещения первой и второй и плавного перемещения второй визирных меток соответственно при цифровых измерениях.

Ю.1.4. Органы управления, присоединения и индикации, расположенные на передней панели справа от экрана ЭЛТ, предназначены:

разъем " \odot Л " - для подключения источника внешней синхронизации основной развертки;
 разъем " \odot ХЛ " - для подключения источника внешней синхронизации задержанной развертки или внешнего источника развертки;
 переключатель " I, I и II, \odot X, \rightarrow " - для выбора режима работы тракта горизонтального отклонения;
 переключатели ВРЕМЯ/ДЕЛ - для переключения коэффициентов основной и задержанной разверток;
 ручки ПЛАВНО - для плавного регулирования коэффициентов основной и задержанной разверток;
 ручки УРОВ. - для выбора уровня запуска основной и задержанной разверток;
 ручка СТАБ. - для синхронизации сигнала высокой частоты;
 переключатели ВНУТР.ВНЕШ., " \sim ", " $\overline{\sim}$ ", " + ", " - " - для выбора источника сигнала синхронизации, открытого или закрытого входа канала синхронизации и полярности сигнала синхронизации;

переключатель НЧ, ВЧ - для подавления высокочастотной и низкочастотной составляющих сигнала синхронизации основной развертки;

переключатель АВТ. ДДУЦ. ГОТОВ, ψ - для выбора автоматического, ждущего и однократного запуска основной развертки;

переключатель "x10" - для увеличения скорости основной или задержанной разверток;

переключатель АВТ. ДДУЦ. - для выбора автоматического или ждущего режима запуска задержанной развертки;

ручки ЗАДЕРЖИ - для отсчета множителя времени задержки запуска задержанной развертки;

световая индикация "▼" - для индикации некалиброванного положения регулятора ПЛАВНО основной и задержанной разверток;

световая индикация ГОТОВ - для индикации готовности режима однократного запуска развертки.

Ю.1.5. Органы управления и подключения, расположенные на правой боковой крышке, предназначены:

оси переменных резисторов "▼" - для калибрования коэффициентов основной и задержанной разверток;

разъем "Z" - для подачи внешнего сигнала подсветки;

разъем ВЫХОД на ЦПУ - для подключения внешних устройств обработки цифровой информации;

ручка "E" - для регулирования астigmatизма.

Ю.1.6. Органы регулирования и подключения, расположенные на левой боковой крышке, предназначены:

оси переменных резисторов "▼" - для калибрования коэффициента отклонения в каналах А и В;

ось переменного резистора БАЛАНС - для балансирования

цифрового измерителя напряжений;

оси переменных резисторов АМЦЛ.1 и АМЦЛ.П - для грубого и главного калибрования цифрового измерителя напряжений соответственно;

оси переменных резисторов ВРЕМЯ, "100 nS" - для калибрования цифрового измерителя временных интервалов и внутреннего генератора частотой 10 MHz соответственно;

переключатели БАЛАНС - для включения режима балансирования цифрового измерителя напряжений;

переключатели НАКОПЛЕНИЕ; "100", "1000" - для усреднения результатов измерения цифровым методом;

разъем "G, 80 mV" - для выхода калибратора.

Ю.1.7. На верхней крышке находится утопленный во внутрь осциллографа переключатель "┐ ---", предназначенный для выбора режима работы встроенного калибратора.

Ю.1.8. На задней панели расположен разъем СЕТЬ для подключения сетевого кабеля со встроенными плавкими вставками.

Ю.2. Приведение осциллографа в рабочее положение

Ю.2.1. Общие положения

Протрите осциллограф перед установкой на рабочее место сухой ветошью.

Проверьте соответствие номинала предохранителя данным, приведенным на задней стенке осциллографа.

Используйте для удобства работы с осциллографом ручку переноса, закреплённую на боковых стенках, как подставку.

Примечание. Для установки осциллографа нажмите ручку переноса в местах крепления, поверните и отпустите, зафиксировав под нужным углом.

Ю.2.2. Установите перед включением осциллографа органы управления, расположенные на передней панели, в следующие положения:

- ручка СЕТЬ — нажата;
 - ручку  — в среднее положение;
 - ручку  — в среднее положение;
 - ручку  — в среднее положение;
 - ручки ;  — в среднее положение;
 - переключатели $\sqrt{\text{ДЕЛ}}$ и ВРЕМЯ/ДЕЛ. — в крайнее правое положение;
 - переключатель режимов работы — в положение А;
 - переключатель СИМФР. — в положение А;
 - переключатели ИНВЕР ОТКЛ. — в положение ОТКЛ.;
 - переключатель \sim , \perp , \approx — в положение "1";
 - ручку ШЛАВНО — в крайнее правое положение;
 - кнопка ВНУТР ВНЕШ. — в положение ВНУТР.;
 - переключатель "I, I и II"  \rightarrow "II" — в положение "I";
 - кнопки переключателей НЧ, ВЧ, АВТ., ВДУЦ, ГОТОВ  — не нажаты;
 - кнопки переключателя T, U₁-U₂, U₁ СПАД, ФРОНТ — не нажаты.
- Остальные органы управления могут находиться в произвольном положении.

Примечание: Кнопки с двойными надписями, выполненные на темном и светлом фоне являются независимыми. Ненажатому положению кнопки соответствует надпись на темном фоне, нажатому — на светлом фоне.

II. ПОРЯДОК РАБОТЫ

II.1. Подготовка к проведению измерений

II.1.1. Включение осциллографа

Соедините кабель питания с питающей сетью и нажмите ручку СЕТЬ. Через небольшой промежуток времени ($\approx 5S$) должен засветиться светодиод СЕТЬ на передней панели осциллографа.

II.1.2. Использование ЭЛТ

Отрегулируйте ручкой  яркость подсветки делений на шкале ЭЛТ. Внутренняя беспараллаксная шкала ЭЛТ разделена на 8 делений по вертикали и 10 — по горизонтали. На осевых линиях шкалы каждое деление разделено на 5 частей.

При регулировании яркости изображения ручкой  возможно нарушение его фокусировки. В этом случае произведите регулирование фокусировки ручкой .

II.1.3. Балансирование и калибрование коэффициентов отклонения

Переместите луч через 1-2 минуты после включения осциллографа в пределы рабочей части экрана ручками "↑" и "←"

После 15-минутного прогрева осциллографа произведите балансирование каждого из каналов тракта вертикального отклонения следующим образом:

установите переключатель режимов работы в положение, соответствующее выбранному каналу;

установите переключатель " \sim, \perp, \approx " в положение " \perp ";

установите переключатель $V/\text{ДЕЛ.}$ соответствующего канала в положение "2 V" и ручкой "↑" установите луч в центре экрана;

установите переключатель $V/\text{ДЕЛ.}$ в положение "5 mV" и с помощью ручки БАЛАНС установите луч в центре экрана;

повторяйте указанные операции до тех пор, пока линия развертки не перестанет перемещаться при переключении переключателя $V/\text{ДЕЛ.}$

Для проверки калиброванного коэффициента отклонения проделайте следующие операции:

установите переключатель " \sim, \perp, \approx " в положение " \approx ";

установите переключатель $V/\text{ДЕЛ.}$ в положение "0,5 V";

соедините гнездо " $\oplus 1M\Omega 20pF$ " выбранного канала кабелем с колодкой 3 V.

На экране ЭЛТ изображение должно занимать равно 6 делений по вертикали. Если размер изображения отличается от 6 делений, произведите регулирование ручкой " ∇ " на боковой панели осциллографа.

Примечание. Ручка ПЛАННО должна находиться в правом крайнем положении (светодиод " ∇ " не светится)

II.1.4. Подключение исследуемого сигнала

Подайте исследуемый сигнал на одно или оба гнезда " \ominus $1M\Omega 20pF$ " через соединительные кабели или делители выносы I:10, входящие в комплект осциллографа.

Примечание. Использование делителя I:10 предпочтительнее, так как при этом входные сопротивление и емкость равны $10M\Omega$ и $10pF$ соответственно, и осциллограф значительно меньше влияет на исследуемую схему.

II.1.5. Выбор канала вертикального отклонения

Для работы с осциллографом в одноканальном режиме используйте любой из каналов. Подайте исследуемый сигнал на гнездо " \ominus $1M\Omega 20pF$ " выбранного канала, а переключатели режимов работы и СИМХР. установите в положения, соответствующие выбранному каналу.

Для работы осциллографа в двухканальном режиме подайте сигналы на оба гнезда " \ominus $1M\Omega 20pF$ " и установите переключатель режимов работы в нужное положение ("А + Б, ... , \rightarrow ").

II.1.6. Работа в двухканальном режиме

Для работы в прерывистом режиме:

установите переключатель "А, ... , А + Б, \rightarrow , Б" в положение "...";

установите переключатель " \sim , \perp , \sim " в положение " \sim ";

установите переключатель СИНХР. в положение "А";
установите переключатели V/ДЕЛ. в положение "1 V";
соедините кабелем № 3 колодку "3 V" калибратора при помощи тройника СР-50-95 ФБ с гнездами "⊕ ИМ220рФ";
добейтесь устойчивого изображения, вращая ручку УРОБ. основной развертки;

установите ручками изображение сигнала, представляющее собой прямоугольные импульсы (3 деления по вертикали, 1 деление по длительности), симметрично центру экрана;

поставьте переключатель ВРЕМЯ/ДЕЛ. основной развертки последовательно во все положения. Убедитесь, что переключение каналов не зависит от установленной скорости развертки (на высоких скоростях развертки изображение становится пунктирным и заметны моменты переключения каналов).

Примечания: 1. В прерывистом режиме внутренняя синхронизация осуществляется сигналом канала А при установке переключателя СИНХР. в положение А и НОРИ. и сигналом канала В при установке переключателя СИНХР. в положение В.

2. В прерывистом режиме можно исследовать два сигнала при наличии между ними временной зависимости. Если исследуемые сигналы независимы во времени, то изображение в одном из каналов неустойчиво.

Для работы в поочередном режиме:

установите переключатель "А, ..., А+В, → → , В" в положение "→ →". Контролируйте на экране оба изображения сигналов в каналах А и В;

поставьте переключатель ВРЕМЯ/ДЕЛ. последовательно во все положения. Убедитесь в наличии двух изображений сигналов и в переключении каналов через каждый ход развертки на малых скоростях развертки.

Примечание. При исследовании сигналов, не связанных между собой во времени, для получения устойчивой синхронизации изображения облож сигналов нажмите кнопку НОРИ. переключателя СИНХР. и кнопку соответствующей развертки.

Для работы в режиме алгебраического суммирования:

установите переключатель "А, ..., А + В, → → , В" в положение "А + В". На экране контролируйте изображение одного сигнала вдвое большей амплитуды; вращая ручки "↑ ↓" каждого из каналов, убедитесь, что изображение перемещается по шкале ЭЛТ при вращении каждой из ручек;

нажмите кнопку ИНВЕРТ., ОТКЛ. канала А. Размер изображения не должен превышать 0,2 дел шкалы;

отпустите кнопку ИНВЕРТ., ОТКЛ. На экране снова должно наблюдаться изображение меандра;

нажмите кнопку ИНВЕРТ., ОТКЛ. канала В. Размер изображения не должен превышать 0,2 дел шкалы;

отпустите кнопку ИНВЕРТ., ОТКЛ. На экране должно

наблюдаться изображение меандра.

Примечание. При нажатой кнопке ИИВЕРТ., ОТКЛ. каналов А и Б на изображении сигнала калибратора могут наблюдаться выбросы на фронте и срезе импульса.

II.1.7. Установка коэффициентов отклонения и разверток
Установите коэффициенты отклонения переключателями V/ДЕЛ. соответствующего канала. Значения коэффициентов отклонения калиброваны, если ручки ПЛАВНО находятся в крайнем правом положении. В этих положениях ручки имеют механическую фиксацию.

Длительность разверток установите переключателями ВРЕМЯ/ДЕЛ. Значения коэффициентов развертки калиброваны, если ручки ПЛАВНО находятся в крайнем правом положении. В этих положениях ручки имеют механическую фиксацию.

Примечание. При установке в некалиброванное положение любой из ручек ПЛАВНО, регулирующих коэффициенты отклонения в каждом из каналов и коэффициенты разверток, возле соответствующей ручки появляется световая индикация.

Перед проведением измерений временных интервалов проверьте коэффициент развертки по собственному калибратору следующим образом.

Соедините кабелем № 3 гнездо \ominus I MΩ 20pF "ливого" из каналов с колодкой "3 V" калибратора, расположенной на передней панели осциллографа. Установите органы управления осциллографа в следующие положения:

переключатели "А, ..., А + Б, →→, Б" и СИХР. -- в соответствии с выбранным каналом;

переключатель V/ДЕЛ. выбранного канала -- в положение "I V";

переключатель " \sim , I, \sim " -- выбранного канала -- в положение " \sim " или " \sim ";

переключатель "I, I и II, \ominus X, →→, II" -- в положение "I";

переключатель ВРЕМЯ/ДЕЛ. -- в положение "I mS";

ручки ПЛАВНО обеих разверток -- в правое крайнее положение;

кнопки ВУ ТР., ВВЕН. не нажаты;

кнопка "x10" не нажата.

Добейтесь устойчивого изображения сигнала калибратора с помощью ручки УРОВ. развертки I. Изображение десяти периодов сигнала калибратора должно занимать 10 делений на центральной горизонтальной линии шкалы ЭЛТ. В противном случае произведите подрегулирование ручкой " \blacktriangledown " в верхней части правой боковой крышки осциллографа.

Нажмите кнопку "x10". Изображение одного периода сигнала калибратора должно занимать 10 делений на центральной горизонтальной линии шкалы ЭЛТ. В противном случае произведите подрегулирование ручкой " \blacktriangledown , x10", на верхней крышке осциллографа.

Установите переключатель "I, I и II, \ominus X, →→, II" в положение "II", а кнопку "x10" -- в отжатое положение. Произведите проверку калибровки развертки II аналогично проверке калибровки развертки I, при необходимости произведите подрегулирование ручкой " \blacktriangledown ", в нижней части правой боковой

вой крышки осциллографа.

II.1.8. Выбор источника синхронизации

Выберите источник синхронизации переключателем ВБУТР., ВНЕШ. В положении ВБУТР. переключателя сигнал поступает из канала вертикального отклонения. Переключатель СИНХР. обеспечивает подачу синхронизирующего сигнала либо из канала А (положение "А"), либо из канала Б (положение "Б"), либо после коммутатора (положение НОРИ.).

В положении ВНЕШ. синхронизация осуществляется внешним сигналом, подаваемым на гнезда "⊖Л" или "⊖ХЛ". Для получения устойчивой синхронизации внешний сигнал должен зависеть во времени от исследуемого сигнала.

При одновременно нажатых кнопках ВЧ и НЧ осуществляется синхронизация от сети.

Переключатель "+, -" дает возможность обеспечить запуск развертки от возрастаний или спадающей частоты сигнала.

Переключатель " \approx , \sim " в положении " \approx " обеспечивает устойчивую синхронизацию всеми спектральными составляющими сигнала. В положении " \sim " постоянная составляющая не поступает на вход схемы синхронизации. При нажатой кнопке ВЧ осуществляется синхронизация высокочастотными составляющими спектра сигнала (выше 100 КHz), а при нажатой кнопке НЧ - низкочастотными составляющими (от постоянного тока до 100 КHz).

Ручкой УРОВ. выбирается точка синхронизации на исследуемом сигнале.

Ручкой СТАБ. осуществляется синхронизация основной развертки при высокой частоте исследуемого сигнала.

II.1.9. Выбор режима работы основной развертки

В режиме основной развертки осциллограф обеспечивает следующие режимы работы: автоколебательный, ждущий и однократный.

Автоколебательный режим используется, чтобы получить линию развертки в отсутствие запускающего сигнала. Для выбора режима автозапуска кнопку АВТ.ЖДУЩ. установите в положение АВТ.

Ждущий режим используется для исследования сигналов с большой скважностью. Для выборе ждущего режима развертки кнопку АВТ.ЖДУЩ. установите в положение ЖДУЩ.

Однократный режим применяется для исследования непериодических, редко повторяющихся сигналов, а также сигналов, изменяющихся по амплитуде, форме или во времени, для которых периодическая развертка дает неустойчивое изображение. Для установки однократного режима развертки нажмите кнопку " ψ ", а затем кнопку ГОТОВ. При этом должен засветиться светодиод ГОТОВ. После этого первый пришедший импульс должен запустить развертку. По окончании прямого хода развертки светодиод ГОТОВ должен погаснуть. Для повторного запуска развертки снова нажмите кнопку ГОТОВ.

П р и м е ч а н и е. Дополнительной функцией светодиода ГОТОВ является световая индикация об отсутствии синхронизации основной развертки в автоколебательном или ждущем режимах работы.

II.1.10. Растяжка развертки

Растяжка позволяет растянуть в десять раз по горизонтальной оси изображение в любом участке развертки для более детального исследования сигнала.

Для использования растяжки переместите ручками " ← → ", "  ", "  " интересный участок изображения в центр экрана. Нажмите кнопку "X10". При этом коэффициент развертки уменьшается в десять раз. Для выключения развертки повторно нажмите кнопку "X10".

II.1.11. Задержанная развертка

Задержанная развертка вырабатывается в положениях "I и II", " → → " " П " переключателя "I, I и II, ⊕ X, → →, II".

Развертка I определяет время, на которое задерживается начало развертки II. Коэффициент отклонения развертки II устанавливается соответствующим переключателем ВРЕМЯ/ДЕЛ.

В положении "I и II" переключателя "I, I и II, ⊕ X, → →, II" на экране осциллографа будет наблюдаться изображение согласно рис. II.1.1(1) в положении "II" - согласно рис. II.1.1(2) в положении " → → " согласно рис. II.1.1(3).

Положение подсвеченного участка меняется ручкой ЗАДЕРЖ.

Размер подсвеченного участка изменяется положением переключателей ВРЕМЯ/ДЕЛ. основной и задержанной разверток.

Изменение положения изображений двух сигналов относительно друг друга по вертикали осуществляется ручкой РАЗД. ЛУЧА.

Примечание. При использовании задержанной развертки значения коэффициента основной развертки всегда должны быть больше коэффициента задержанной развертки.

Изображение сложных участков сигнала с помощью задержанной развертки

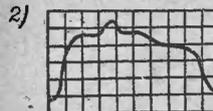
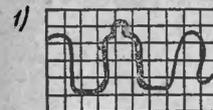


Рис. II.1

II.1.12. Режим запуска и синхронизации задержанной развертки

Переключатель АВТ. ДУЖ. обеспечивает два режима запуска задержанной развертки. В положении АВТ. развертка II вырабатывается сразу после установленной задержки времени. В этом положении развертка II практически не синхронизируется.

В положении ДУИ, задержанная развертка запускается первым синхронизирующим импульсом, приходящим после установленной задержки.

Синхронизация задержанной развертки может осуществляться как от внутреннего, так и от внешнего источника сигнала. Выбор источника сигнала синхронизации осуществляется переключателем ВНУТР., ВНЕШ.

II.1.13. Развертка от внешнего источника

Режим развертки сигналом от внешнего источника применяется в тех случаях, когда для горизонтального отклонения луча необходимо напряжение не пилообразной, а любой другой формы.

Для работы в указанном режиме подайте сигнал внешней развертки на гнездо "⊖ХЛ", установите переключатель "I, I и II, ⊕Х, ⊖Х, —→, II" в положение "⊕Х", переключатель ВНУТР., ВНЕШ. развертки II в положение ВНЕШ.

Размер изображения сигнала по горизонтали установите путем изменения амплитуды внешнего сигнала, подаваемого на гнездо "⊖ХЛ". Следует учитывать, что разность фаз между каналами вертикального и горизонтального отклонений составляет не более 3° на частоте до 50 KHz.

II.2. Проведение измерений

II.2.1. Измерение амплитуды исследуемых сигналов

Для обеспечения максимальной точности измерений рекомендуется соблюдать следующие условия при измерении:

измеряемый участок сигнала должен занимать возможно большую часть расщета поля экрана, чтобы уменьшить погрешность отсчета при измерении;

производите измерение амплитуды по вертикальной осевой линии шкалы для исключения погрешности за счет геометрических искажений, в наибольшей степени проявляющихся при максимальном размере изображения на краях рабочей части экрана;

производите измерение с учетом ширины линии луча.

Установите перед измерением ручки ПЛАВНО тракта вертикального отклонения в калиброванное положение. Проверьте калибровку коэффициента отклонения по внутреннему калибратору в соответствии с п. II.1.3. Установите размер изображения переключателем $V/ДЕЛ$ не менее 4 дел.

Совместите при помощи ручек " \downarrow " и " \rightarrow " изображение сигнала с делениями шкалы и отсчитайте размер изображения по вертикали в делениях. Измеряемое напряжение равно произведению размера изображения в делениях на коэффициент отклонения. При работе с делителем 1:10 полученный результат умножается на 10.

II.2.2. Измерение временных интервалов

Для измерения времени между двумя точками сигнала производите следующие операции:

установите ручку ПЛАВНО выбранной развертки в калиброванное положение;

проверьте калибровку коэффициента развертки по внутреннему калибратору в соответствии с п. II.1.7;

подайте исследуемый сигнал на гнездо \oplus IМΩ20pF одного из каналов;

установите переключатели "А, ... , А + Б, \rightarrow →, Б" и СИНХР. в положение, соответствующее выбранному каналу;

переключателем $V/ДЕЛ$ установите размер изображения на экране по вертикали не менее 4 дел.;

добейтесь устойчивого изображения ручкой УРОВ. развертки I :

установите переключатель ВРЕМЯ/ДЕЛ. на наибольшую скорость развертки, при которой расстояние между измеряемыми точками не превышает 8 делений;

измерение проводите в пределах от 2-го до 9-го деления шкалы по горизонтали для исключения погрешности за счет геометрических искажений ЭЛТ;

установите изображение в центр экрана ручкой "↑";

определите измеряемый временной интервал как произведение размера измеряемого изображения сигнала на экране в делениях на значение установленного коэффициента развертки.

При применении растяжки полученное значение разделите на 10.

II.2.3. Измерение частоты

Частоту сигнала в герцах определите по формуле

$$f = \frac{1}{T}, \quad (II.1)$$

где T - период сигнала, с .

Другим методом определения частоты сигнала является метод сравнения с эталонной частотой по формулам Лиссажу. В этом случае на вход тракта вертикального отклонения подается последующий сигнал, а горизонтальная развертка осуществляется сигналом от генератора образцовой частоты в соответствии с п. II.1.13.

II.2.4. Измерение временного сдвига двух сигналов

Для измерения временного сдвига двух сигналов необходимо использовать двухканальный режим.

Исследуемые сигналы подайте на входы тракта вертикального усиления (гнезда "⊕ 1MΩ, 20pF").

III

Установите ручками " ← → " и " ↑ ↓ " изображение импульсов в центре экрана и совместите один из сигналов с вертикальной линией шкалы. Установите коэффициент развертки так, чтобы измеряемый интервал занимал не менее 4 дел. При необходимости произведите инвертирование сигнала переключателем ИНВЕРТ., ОТКЛ. Временной сдвиг определите как произведение измеренного интервала в делениях шкалы экрана на значение коэффициента развертки.

II.2.5. Измерение временного интервала с помощью задержанной развертки

Подайте исследуемый сигнал на вход тракта вертикального отклонения. Установите размер изображения измеряемого интервала не менее 4 дел. Установите коэффициент задержанной развертки таким, чтобы на изображении сигнала участок задержанной развертки выглядел, как яркостная метка.

Установите яркостную метку вращением ручки ЗАДЕРЖ. в начале измеряемого интервала. Произведите отсчет по шкале ЗАДЕРЖ. Установите яркостную метку в конце измеряемого интервала ручкой ЗАДЕРЖ. Произведите отсчет по шкале ЗАДЕРЖ. Результат измерения определите по формуле

$$t_{изм.} = |n_1 - n_2| K_p \quad (II.2)$$

где n_1 и n_2 - отсчеты по шкале ЗАДЕРЖ. при установке метки в начале и в конце временного интервала;

K_p - значение установленного коэффициента основной развертки.

Следует учитывать, что в осциллографе обеспечена регулировка задержки начала развертки II относительно начала развертки I от 50 нс до 2 с, однако погрешность времени за-

держки в диапазоне от 50 ns до $0,5 \mu\text{s}$ не нормирована.

II.2.6. Растяжка с помощью задержанной развертки.

Подайте исследуемый сигнал и установите переключатель ВРЕМЯ/ДЕЛ. и ручку ЗАДЕРЖ. в положения, обеспечивающие яркую индикацию интересующего интервала.

Установите переключатель "I, I и II, \odot X, \rightarrow II" в положение "II". На экране наблюдайте растянутое на весь экран изображение подсвеченного участка.

II.3. Проведение цифровых измерений

II.3.1. Цифровые измерения производятся только по каналу Б осциллографа.

II.3.2. Цифровой измеритель включается нажатием одной из трех кнопок: "Т", " $|U_1 - U_2|$ ", " U_1 ". Индикацией включения цифрового измерителя служит появление на экране ЭЛТ строки буквенно-цифровых знаков.

Включение цифрового измерителя приводит к появлению в канале Б наряду с исследуемым сигналом сигналов, формирующих метки, что может привести к неустойчивой синхронизации изображения. Поэтому рекомендуется использовать синхронизацию от канала А (при этом входы каналов А и Б соединяются кабелем № 1 с помощью тройника СР-50-95ФВ) или внешнюю синхронизацию. Точностные характеристики измерителя во всех режимах гарантируются как при внешней синхронизации, так и при синхронизации от канала А.

II.3.3. Цифровой измеритель обеспечивает следующие режимы работы:

измерение временных интервалов (нажата кнопка "Т");

измерение разности мгновенных значений напряжения (нажата кнопка " $|U_1 - U_2|$ ");

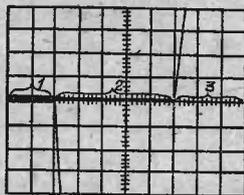
измерение мгновенных значений напряжений относительно корпуса осциллографа (нажата кнопка " U ").

II.3.4. Индикация измеряемых точек и результатов измерения

Индикация на изображении сигнала измеряемых точек производится с помощью меток. При коэффициентах развертки менее 1 MS/ДЕЛ метка наблюдается в виде тонкой вертикальной линии, которая начинается в точке измерения исследуемого сигнала. При коэффициентах развертки более 1 MS/ДЕЛ тонкая вертикальная линия не видна, однако точка на исследуемом сигнале, в которой начинается вертикальная линия, хорошо заметна благодаря смене яркости изображения. При этом на изображении сигнала отчетливо наблюдаются три градации яркости: максимальная, средняя и минимальная (см. рис. II.2).

Точка перехода от максимальной яркости к средней соответствует первой метке, а от средней яркости к минимальной — второй метке.

При размещении меток на крутых участках сигнала при коэффициентах развертки менее 1 MS/ДЕЛ имеется возможность выбрать направление вертикальных линий (меток) переключателями ФРОНТ, СПАД. Это существенно повышает различимость меток на крутых участках сигнала.



1, 2 и 3 – участки изображения с максимальной, средней и минимальной яркостью соответственно.

Рис. 11.2

Следует учитывать, что метки не могут смещаться ближе 250 нс от начала линии развертки.

Индикация результатов измерения осуществляется на экране ЭЛТ в виде строки из трехзначного числа и размерности.

Образцы начертаний знаков приведены в табл. 11.1.

Таблица 11.1

Вид знака на экране ЭЛТ	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	V	mV	нС	МС	мс
Следует считать	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	V	mV	нс	МС	мс

11.3.5. Цифровое измерение временных интервалов производится на шести диапазонах. Выбор диапазонов измерения производится переключателем ВРЕМЯ/ДЕЛ. основной развертки. Пределы диапазонов измерителя, соответствующие положениям переключателя ВРЕМЯ/ДЕЛ., приведены в табл. 11.2.

Таблица 11.2

Положение переключателя ВРЕМЯ/ДЕЛ.	Диапазон измерителя	Предел диапазона (T_k)
0,05; 0,1 мс	0-999 нс	$0,999 \cdot 10^{-6}$
0,2; 0,5; 1 мс	0-9,99 мс	$0,999 \cdot 10^{-5}$
2; 5; 10 мс	0-99,9 мс	$0,999 \cdot 10^{-4}$
20; 50 мс; 0,1 с	0-999 мс	$0,999 \cdot 10^{-3}$
0,2; 0,5; 1 с	0-9,99 с	$0,999 \cdot 10^{-2}$
2; 5; 10 с	0-99,9 с	$0,999 \cdot 10^{-1}$

Перед проведением измерений необходимо откалибровать измеритель временных интервалов.

11.3.6. Для калибровки измерителя временных интервалов органы управления осциллографа установите в следующие положения:

кнопка "Б" переключателя "А, ... , А + Б, →, ←, Б" нажата;

кнопка "Б" переключателя СИНХР. нажата;

переключатель "~, ↓, ~" – положение "~";

переключатель V/ДЕЛ. канала Б – в положение "10 mV";

кнопка "I" переключателя "I, I и II, ⊕, ⊖, X, →, ←, II" нажата;

переключатель ВРЕМЯ/ДЕЛ. развертки I – в положение "10 мс";

кнопка ВВУТР., ВНЕШ. развертки I не нажата;

кнопка "+, -" развертки I - в положение "-".

Подайте на вход " \ominus I МВ 20pF" канала Б сигнал с гнезда " \oplus , 80 mV". На экране должны наблюдаться прямоугольные импульсы частотой 10 КГЦ. Ручкой УРОВ. добейтесь устойчивой синхронизации изображения.

Ручку ВРЕМЯ/ДЕЛ., ПЛАВНО поверните против часовой стрелки в положение, при котором на экране будет наблюдаться приблизительно полтора периода импульсов калибратора (см. рис. II.3).

Нажмите кнопку "Т" цифрового измерителя. На изображении сигнала калибратора должны появиться две метки, а в правой нижней части экрана - строка буквенно-цифровых знаков.

Ручку МЕТКИ, ПЛАВНО установите в крайнее левое положение.

Ручками МЕТКИ, I м, II м установите метки на соседних фронтах импульсов на одном уровне по вертикали. Вращая отверткой ось резистора ВРЕМЯ, расположенного на левой боковой панели прибора, установите показание цифрового индикатора, равное 99,9; 00,0 мс или 00,1 мс.

Подайте на вход " \oplus I МВ 20pF" канала Б сигнал с колодки "100 мс" калибратора.

Оциллограмма импульсов калибратора при калировке
измерителя временных интервалов

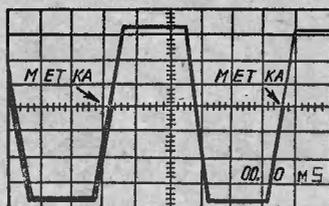


Рис. II.3

Установите переключатель $V/ДЕЛ.$ канала Б в положения "0,1 V", переключатель ВРЕМЯ/ДЕЛ. — в положение "50 нс". На экране должен наблюдаться сигнал калибратора частотой 10 МГц. Ручкой УРОВ. добейтесь устойчивой синхронизации изображения.

Ручкой МЕТКИ, I м установите первую метку на фронте импульса калибратора в правой части экрана ЭЛТ. Ручку МЕТКИ, ПЛАВНО установите в крайнее левое положение. Ручкой МЕТКИ, II м совместите вторую метку с первой. Ручкой МЕТКИ, ПЛАВНО установите вторую метку на соседний фронт импульсов калибратора на одном уровне по вертикали с первой меткой, как показано на рис. II.4.

Вращая отверткой ось резистора "100 нс", расположенного на левой боковой крышке осциллографа, установите показание цифрового индикатора, равное 100 нс.

11.3.7. Измерение временных интервалов производится в следующей последовательности:

подайте исследуемый сигнал на вход канала Б. Переключателями $V/ДЕЛ.$ канала Б и $ВРЕМЯ/ДЕЛ.$ основной развертки установите желаемые размеры изображения сигнала. Нажмите кнопку "Т". Установите ручкой $МЕТКИ, I м$ - левую метку в точку начала измеряемого интервала, ручкой $МЕТКИ, II м$ - правую метку в точку конца измеряемого интервала, при этом правая метка перемещается дискратно через $100 ns$. Используйте ручку $МЕТКИ, ПЛАВНО$ для точной установки правой метки в положениях "0,05" - "1 μs " переключателя $ВРЕМЯ/ДЕЛ.$ Снимите показания с индикатора.

На рис. 11.5 - 11.7 показано измерение наиболее характерных временных параметров сигналов.

- Примечания:
1. Если точки сигнала, в которые необходимо установить метки, находятся ближе $250 ns$ от начала линии развертки, необходимо использовать внешний опережающий запуск развертки осциллографа.
 2. Положение ручки $ВРЕМЯ/ДЕЛ.$, $ПЛАВНО$ и кнопки "Х10" на диапазон измерителя и точность измерения не влияют.

11.3.8. Цифровое измерение напряжений

Цифровой измеритель напряжений имеет три диапазона измерения. Выбор диапазонов измерения производится переключателем $V/ДЕЛ.$ канала Б. Пределы диапазонов измерителя,

Осциллограмма импульсов калибратора
при калировке измерителя временных
интервалов



Рис. II.4

Измерение периода синусоидального
напряжения

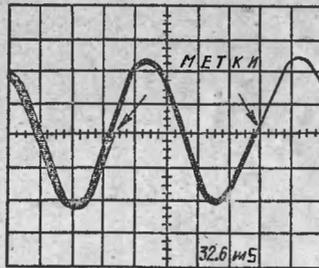


Рис. II.5

Измерение длительности импульса
по уровню 0,5

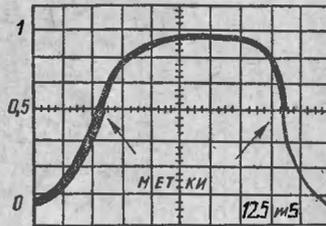


Рис. II.6

Измерение длительности фронта
между уровнями 0,1 и 0,9

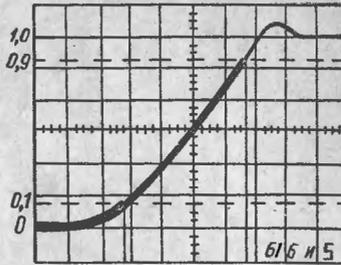


Рис. II.7

соответствующие положения переключателя $V/ДЕЛ.$ канала Б, указаны в табл. II.3.

Таблица II.3

Положение переключателя $V/ДЕЛ.$, канала Б	Диапазон измерителя	Пределы диапазона
5; 10; 20 mV	0-99,9 mV	$\pm 100, mV$
50 mV ; 0,1; 0,2 V	0-999 mV	$\pm 1 V$
0,5; 1; 2 V	0-9,99 V	$\pm 10 V$

При измерении напряжений мгновенные значения измеряемого сигнала в точках, заданных метками, не должны выходить за пределы диапазона измерителя.

Положение ручки $V/ДЕЛ.$, ПЛАВНО на диапазон измерителя и точность измерения не влияет.

II.3.9. Балансирование измерителя производится следующим образом:

добейтесь устойчивой синхронизации осциллографа исследуемым или синхронизирующим сигналом, подав его на вход канала А, либо на вход внешней синхронизации;

установите переключатель " \sim , \perp , \approx " канала Б в положение " \sim ";

нажмите кнопку " $|U_1 - U_2|$ " и кнопку БАЛАНС, расположенную на левой боковой крышке осциллографа;

установите переменным резистором БАЛАНС показание индикатора, равное 204 ± 4 ;

отпустите кнопку БАЛАНС.

Примечание. При изменении частоты развертки нарушается балансировка измерителя, что приводит к смещению пределов динамического диапазона измерителя примерно на 20%. Поэтому если точки сигнала, в которых производится измерение, не выходят за пределы зоны, соответствующей 80% предела диапазона измерителя, повторное балансирование можно не производить.

II.3.10. Для калибровки измерителя напряжений органы управления осциллографа установите в следующие положения:

- кнопка Б переключателя СИЭХР. нажата;
- кнопка Б переключателя "А, ..., А+Б, → → →, Б" нажата;
- переключатель " \sim , \perp , \approx " канала Б - в положение " \sim ";
- переключатель ВНУТР.ВНЕШ. в положение ВНУТР.;
- кнопка "I" переключателя "I, I и II, \oplus X, → → →, II" нажата;
- кнопка ВНУТР. ВНЕШ. не нажата;
- переключатель "+, -" в положение "-";
- кнопка "1000", расположенная на левой боковой крышке осциллографа нажата.

Подайте на вход канала Б сигнал с выхода " \oplus 80mV" калибратора. Ручкой УРОВ. добейтесь устойчивой синхронизации изображения. Установите левую метку на основании, а правую - на вершине импульса, примерно посередине плоского участка, как показано на рис. II.8.

Калибратор цифрового измерителя напряжений

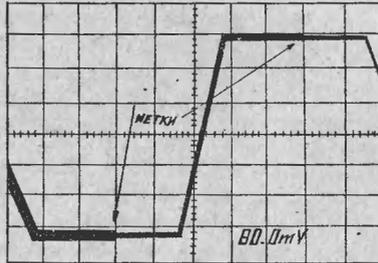


Рис. 11.8

Переменными резисторами КАЛИБРОВКА АМЦЛ. I, АМЦЛ. II, расположенными на левой боковой крышке осциллографа, установите показание цифрового индикатора, равное $(80,0 \pm 0,1) \text{ мВ}$

П р и м е ч а н и е. Резистор АМЦЛ. I служит для грубого, а АМЦЛ. II — для точного калибрования измерителя.

Длительность цикла измерения при калибровании составляет около 10 .

11.3.11. Цифровое измерение модуля разности мгновенных значений напряжения между точками сигнала, заданными метками, производится следующим образом. Произведите балансирование и калибрование измерителя. Подайте измеряемый сигнал на вход канала Б осциллографа. Переключатели $V/ДЕЛ.$ канала Б и $ВРЕМЯ/ДЕЛ.$ развертки установите желаемые размеры изображения сигнала. Нажмите кнопку " U_1-U_2 ". Добейтесь устойчивой синхронизации изображения. Ручками МЕТКИ, I м, Ц м, ПЛАВНО установите метки в выбранные точки на изображе-

нии. Снимите показания результатов измерения с индикатора.

Примечание. При измерении значений напряжения между максимумами сигнала при коэффициентах развертки, меньших 100 ns/дел, (с учетом растяжки), установку меток производите по максимальным показаниям цифрового индикатора. При этом положение метки может отличаться от положения максимума на экране ЭЛТ на значение, не превышающее 5 ns.

Рис. П.9, П.10 иллюстрируют измерение наиболее характерных амплитудных параметров сигналов.

П.3.12. Измерение мгновенного значения напряжения в точке, заданной меткой, относительно корпуса осциллографа производится следующим образом.

Произведите балансирование и калибрование измерителя.

Подайте на вход канала Б исследуемый сигнал. Переключатель " \sim , \perp , \sim " канала Б установите в положение " \sim ".

Переключателями V/ДЕЛ и ВРЕМЯ/ДЕЛ установите желаемые размеры изображения сигнала.

Добейтесь устойчивой синхронизации изображения.

Нажмите кнопку "U" измерителя (положение кнопки "U" не фиксируется). Первое нажатие на кнопку "U" включает соответствующий режим работы измерителя. Каждое последующее нажатие на кнопку "U" вызывает однократное измерение мгновенного значения напряжения в точке, отмеченной меткой на осциллограмме.

Измерение размаха гармонического сигнала

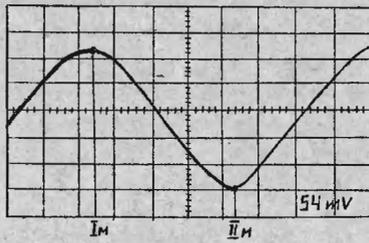


Рис. II.9

Измерение амплитуды выброса на вершине импульса

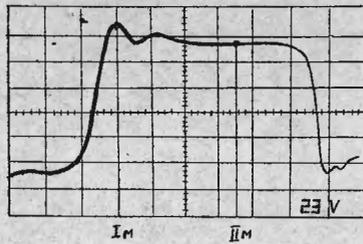


Рис. II.10

Установите метку в выбранную точку на изображении сигнала и нажмите кнопку "U". После окончания цикла измерения, о чем свидетельствует пропадание и повторное появление исследуемого сигнала на экране, снимите результат измерения с индикатора. Указанным способом производится также измерение постоянных напряжений.

При установке меток в точки с большой скоростью изменения напряжения погрешность измерения в вольтах может изменяться до значения, определяемого по формуле

$$\Delta_{\text{доп.}} = \frac{0,1}{K} \left(\frac{dU_1}{dt} + \frac{dU_2}{dt} \right) \cdot 5 \cdot 10^{-9} \quad (\text{II.3})$$

где $\frac{dU_1}{dt}$ и $\frac{dU_2}{dt}$ — скорости изменения напряжения в точках установки первой и второй меток соответственно, V/s . В режиме "U" $\frac{dU_2}{dt} = 0$

K — предел диапазона измерителя, V.

II.3.13. Для уменьшения случайных ошибок, а также ошибок, обусловленных шумами, при измерении напряжений производится цифровое накопление результатов измерения. В приборе предусмотрено три режима накопления: 10, 100 и 1000, соответствующие количеству циклов накопления 10, 100 и 1000 соответственно. Включение режимов накопления производится в соответствии с табл. II.4.

Таблица II.4

Режим накопления	Положение кнопки НАКОПЛЕНИЕ	
	100	1000
10	Не нажата	Не нажата
100	Нажата	Не нажата
1000	Произвольное	Нажата

Длительность цикла измерения напряжений в секундах от частоты синхронизирующего сигнала, коэффициента развертки, режима накопления и определяется по формуле

$$t_{\text{изм}} \approx [40N(6K+T)+1] \quad (\text{П.4})$$

где N - количество циклов накопления (10, 100, 1000);

K - коэффициент развертки, $S/\text{дел}$;

T - период синхронизирующего сигнала, S .

12. УКАЗАНИЯ ПО УСТРАНЕНИЮ НЕИСПРАВНОСТЕЙ

12.1. Общие указания

12.1.1. Ремонт осциллографа должен производиться в условиях радиомерительной лаборатории на специально оборудованных рабочих местах.

12.1.2. На рабочих местах все металлические и электропроводные неметаллические части технологического, испытательного и измерительного оборудования должны быть заземлены.

Заземление должно быть выполнено в соответствии с требованиями безопасной работы.

12.1.3. Оборудование, оснастка и инструмент, необходимые для ремонта осциллографа, не имеющие цепей питания от сети, должны подключаться к заземленной шине через резистор с сопротивлением $(1 \pm 0,1) \text{ М}\Omega$.

12.1.4. Антистатические браслеты должны подключаться к заземленной шине через резистор с сопротивлением $(1 \pm 0,1) M\Omega$ посредством гибкого изолированного проводника.

12.1.5. Применение браслетов на рабочих местах, где имеется напряжение выше $42 V$, и при наличии оборудования, корпуса которого не заземлены, а также перемещение с браслетом на руке вне зоны рабочего места монтажника, категорически запрещается.

12.1.6. На рабочем месте должно быть укреплено антистатическое заземление (лист металла с токопроводящим покрытием размером $200 \times 100 \times 1,5 mm$, подключенный к заземленной шине через резистор с сопротивлением $(1 \pm 0,1) M\Omega$).

12.1.7. На рабочих местах при работе с полупроводниковыми приборами (ПП), интегральными микросхемами (ИС) и сборочными единицами осциллографа, содержащими в своем составе ПП и ИС, должны быть вывешены предупредительные таблички: "Без браслета с резистором $1 M\Omega$ в цепи заземления не работать!".

12.1.8. В случае отсутствия заземления жала паяльника при монтаже осциллографов допускается пользоваться паяльником, включенным через понижающий трансформатор, имеющий электростатический экран между обмотками, с заземлением одного контакта вторичной обмотки.

12.1.9. На рабочем месте для снятия электростатического электричества необходимо:

непосредственно перед измерением напряжений в электрических цепях прикоснуться земляным щупом измерительного прибора к земляной шине в измеряемой цепи;

перед установкой сборочной единицы в разъем осциллогра-

фа необходимо уравнивать потенциалы, касаясь одной рукой заземления осциллографа, а затем другой рукой земляного контакта сборочной единицы;

не допускать непосредственного касания руками обозначенных электрических цепей сборочной единицы.

12.1.10. При ремонте осциллографа запрещается использовать для измерения электрического сопротивления цепей, содержащих ПП и ИС, цифровые омметры и тестеры с измерительным напряжением свыше 1,5 В .

12.1.11. Во время ремонта следует строго придерживаться мер безопасности, изложенных в разделе 9 настоящего технического описания.

12.2. Порядок разборки осциллографа

12.2.1. Для доступа внутрь осциллографа при его профилактическом осмотре и ремонте необходимо отвернуть 2 боковых винта на боковых стяжках и снять верхнюю и нижнюю крышки.

12.3. Характерные неисправности и методы их устранения

12.3.1. Прибор состоит из отдельных сборочных единиц, имеющих определенное функциональное назначение. Необходимо определить, в какой сборочной единице имеет место неисправность, затем стыковать неисправную цепь или каскад и неисправный элемент.

После замены неисправных элементов места паяк их должны быть подвергнуты влагозащите.

Лицам, приступающим к ремонту, необходимо ознакомиться с принципом действия и работой осциллографа, а также назначением и работой отдельных его сборочных единиц.

При отскакивании неисправностей рекомендуется проверять работу отдельных сборочных единиц осциллографа, пользуясь таблицами напряжений на электродах транзисторов (Приложение 2) и картами импульсных напряжений (Приложение 3). При измерении напряжений необходимо пользоваться щупом, чтобы можно было проколоть непроводящий слой защитного покрытия плат. После проведения измерений платы должны быть подвергнуты дополнительной влагозащите.

12.3.2. В табл. 12.1 приведены наиболее характерные неисправности и методы их устранения.

Таблица 12.1

Наименование неисправности	Вероятная причина неисправности	Способ устранения
1. При включении тумблера СЕТЬ плавятся одна или обе плавкие вставки	1) Неисправны конденсаторы С1, С6-С8 (плата П3 в источнике питания), С1 (на шасси блока питания); 2) неисправны диоды V1-V4 (на шасси блока питания)	1) Неисправные конденсаторы заменить; 2) неисправные диоды заменить

Продолжение табл. 12.1

Наименование неисправности	Вероятная причина неисправности	Способ устранения
2. Осциллограф не включается сигналный светодиод светится	1) Неисправен сетевой кабель; 2) неисправна одна или обе плавкие вставки; 3) неисправен тумблер СЕТЬ; 4) имеется короткое замыкание вторичных источников электропитания	1) Неисправный кабель заменить; 2) неисправную плавкую вставку заменить; 3) неисправный тумблер заменить; 4) устранить короткое замыкание.
3. Нет выходных напряжений с блока вторичного электропитания	Неисправны транзисторы V1, V2, V6, V8, V9, V11, V12, V59 - V61, схемы А1, А3 на плате П3 блока вторичного электропитания	Проварить транзисторы и микросхемы, неисправные элементы заменить.
4. Завышено и не регулируется или отсутствует напряжение +15 В	Неисправны транзистор V58 или схема А2 на плате П3 блока вторичного электропитания.	Проверить транзистор и микросхему и неисправные элементы заменить.

Продолжение табл.12.1

Наименование неисправности	Вероятная причина неисправности	Способ устранения
5. Завышено и не регулируется или отсутствует напряжение минус 12 V	Неисправны транзистор VI или схема AI на плате П5 блока вторичного электропитания	Проверить транзистор и микросхему и неисправные элементы заменить.
6. Отсутствуют высокие напряжения $+12,5 \text{ kV}$ и минус $2,65 \text{ kV}$	Неисправны транзисторы V2, V3, схема AI на плате П4 блока вторичного электропитания	Проверить транзисторы и микросхему и неисправные элементы заменить.
7. Отсутствует луч на экране ЭЛТ	1) Отсутствует высокое напряжение о высоковольтного выпрямителя; 2) неисправны транзисторы V2I-V23 в усилителе импульсов подосвета; 3) неисправна ЭЛТ	1) Проверить неисправности согласно п.6 и заменить неисправный элемент; 2) проверить транзисторы и неисправные заменить; 3) заменить ЭЛТ
8. Не подовечивается шкала ЭЛТ	Перегорела одна из ламп подосвета шкалы ЭЛТ	Определить вышедшую из строя лампу и заменить исправной

Продолжение табл. 12.1

Наименование неисправности	Вероятная причина неисправности	Способ устранения
9. Форма сигнала искажена:		
1) в обоих каналах	1) Нарушено соединение одного из выходов оконечного усилителя вертикального отклонения о вертикально отклоняющимися пластинами ЭЛТ;	1) Восстановить соединение выхода усилителя вертикального отклонения с отклоняющимися пластинами ЭЛТ;
	неоглажен выходной усилитель вертикального отклонения;	устранить неисправность в усилителе вертикального отклонения;
2) в одном из каналов	2) неисправна часть тракта вертикального отклонения от входа неисправного канала до коммутатора каналов А1 (рис.4 ТО1)	2) устранить неисправность тракта вертикального отклонения
10. Развертка осуществляется не на весь экран или отсутствует полностью	1) Нарушено соединение одного или обоих выходов усилителя горизонтального отклонения о горизон-	1) Восстановить соединение выходов усилителя горизонтального отклонения с отклоняющимися

Продолжение табл. 12.1

Наименование неисправности	Вероятная причина неисправности	Способ устранения
при наличии онетающейся точки	<p>тально стклоняющимися пластинами ЗЛТ;</p> <p>2) вышли из строя один или несколько из транзисторов V8- V17 в усилителе горизонтального от- клонения</p>	<p>пластинами ЗЛТ;</p> <p>2) определить вы- шедшие из строя транзисторы и заме- нить исправными.</p>
<p>II. При цифровом измерении напряжения при нажатой кнопке "U₁-U₂" на эк- ране ЗЛТ инди- цируется по- казание "000". Дополнитель- ные признаки:</p>	<p>1) Нарушение элект- рического контакта в разъемах коакси- альных кабелей, со-</p>	<p>1) Устранить на- рушение контакта;</p>
<p>I) при нажатии кнопки БАЛАНС и плавном вращении ре-</p>		

Продолжение табл. 12. I

Наименование неисправности	Вероятная причина неисправности	Способ устранения
<p>эисторе БАЛАНС на экране ЗЛТ индицируются только два показания "000" или "410";</p> <p>2) в режиме цифрового измерения временных интервалов на самой быстрой развертке при изменении положения меток наблюдается изменение цифр в двух младших разрядах;</p> <p>3) в режиме цифрового измерения временных интервалов на самой быстрой развертке при изменении положения меток</p>	<p>единиц стробоскопический преобразователь с блоком управления и с блоком АЦП;</p> <p>2) отсутствует контакт одного из диодов V5 -V8 в стробоскопическом преобразователе с держателем;</p> <p>3) неисправен блок АЦП</p>	<p>2) восстановить контакт диода с держателем;</p> <p>3) устранить неисправность в блоке АЦП.</p>

Продолжение табл. I2.1

Наименование неисправности	Вероятная причина неисправности	Способ устранения
в двух младших разрядах индицируются нули		
12. При подаче сигнала на вход канала Б на экране вместо изображения сигнала наблюдается только линия развертки	Вход канала Б заблокирован по команде цифрового измерителя, поступившей в режиме "U ₁ ", если этот режим предшествовал указанной неисправности	Нажать кнопку "U ₁ -U ₂ " На экране должно появиться изображение сигнала. Неполным нажатием кнопки Т выключить цифровой измеритель.
13. При включенном цифровом измерителе на экране полностью отсутствует строка знаков	Ручки МЕТКИ, I _м , I _{Пм} находятся в крайнем правом положении	Установить ручки МЕТКИ, I _м , I _{Пм} в среднее положение.

I2.3. При отыскании неисправностей

в проведении ремонта осциллографа необходимо использовать справочные данные, приведенные в приложениях 2-7.

13. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

13.1. Во время выполнения работ по техническому обслуживанию необходимо выполнять меры безопасности, приведенные в разделе 9.

13.2. Для обеспечения надежной работы осциллографа в течение длительного периода эксплуатации необходимо своевременно проводить профилактические осмотры.

Осциллограф подвергается двум видам профилактических осмотров: профилактическому осмотру № 1 и профилактическому осмотру № 2.

13.3. Профилактический осмотр № 1 производится на месте эксплуатации осциллографа не реже одного раза в квартал и имеет целью провести внешний осмотр и проверить работоспособность осциллографа. При профилактическом осмотре № 1 проверить состояние крепления гаек, надежность контактных соединений, отсутствие сколов и трещин на деталях из пластмассы, работоспособность осциллографа согласно п. II.1.

13.4. Профилактический осмотр № 2 имеет целью определить соответствие осциллографа техническим данным и производится в органах ремонта и поверки не реже одного раза в год.

При профилактическом осмотре № 2 устраните пыль продувкой сухим воздухом, произведите контрольную проверку электрических параметров осциллографа в соответствии с указаниями раздела 14 настоящего технического описания и инструкции по эксплуатации. Внесите результаты технического обслуживания в формуляр.

Примечание. Все профилактические осмотры, требующие вскрытия осциллографа, производятся после истечения гарантийного срока.

14. ПОВЕРКА ОСЦИЛЛОГРАФА

Настоящий раздел составлен в соответствии с требованиями ГОСТ 8.311-78 и устанавливает методику первичной и периодической поверок осциллографа универсального С1-85.

Первичная поверка проводится при выпуске из производства и ремонта.

Периодическая поверка проводится при эксплуатации один раз в год, при хранении — один раз в два года.

14.1. Операции и средства поверки

14.1.1. При проведении поверки должны быть выполнены операции и применены средства поверки, указанные в табл. 14.1.

Таблица 14.1

Номера пунктов раздела поверки	Наименование операций, проводимых при поверке	Поверяемые отметки	Допускаемые значения погрешностей, предельные значения определяемых параметров	Средства поверки	
				образцовые	вспомогательные
14.3.1	Внешний осмотр				
14.3.2	Опробование				
14.3.3	Определение метрологических параметров:				
14.3.3.1	определение основной погрешности установки напряжения и частоты калибратора	Постоянное напряжение 80mV, 3 V период 1 мс частота 10 МГц	0,5 % (79,6-80,4)mV 1 % (2,97-3,03) V 0,1 % (0,999-1,001)ms 0,1 % (9,99-10,01)MHz	В7-28	
14.3.3.2	определение основной погрешности коэффициентов отклонения: при непосредственном входе	На частоте 1 КГц При всех коэффициентах отклонения	$\pm 3\%$ 30mV- 1E V	ИГ-9	

Номер пункта раздела поверки	Наименование операций, производимых при поверке	Поверяемые отметки	Допускаемые значения погрешностей, предельные значения определяемых параметров	Средства поверки	
				образцовые	используемые
	с делителем I:10	При одном значении коэффициента отклонения	$\pm 4\%$ 0,3-100 V		
14.3.3.3	определение основной погрешности коэффициентов разверток	При всех коэффициентах разверток	$\pm 3\%$ $10^{-8} - 0,2 \text{ с}$	И1-9	
14.3.3.4	определение времени нарастания и выброса на ПХ, неравномерности ПХ при непосредственном входе	При всех значениях коэффициента отклонения	Время нарастания ПХ не более $3,5 \text{ нс}$ выброс согласно п.3.8, неравномерность не более 2%	И1-14 Г5-60	
14.3.3.5	определение времени нарастания ПХ с делителем I:10	При одном значении коэффициента отклонения	Время нарастания ПХ не более $4,5 \text{ нс}$		
	определение основной погрешности задержки развертки		Не более $\pm 2\%$	У3-54	Г4-П8

Продолжение табл. 14.1

Номер пункта раздела поверки	Наименование операции, производимых при поверке	Поверяемые отметки	Допускаемые значения погрешностей, предельные значения определяемых параметров	Средства поверки	
				образцовые	вспомогательные
14.3.3.6	определение параметров внутренней синхронизации	Гармонические сигналы частотой $10-10^8$ Hz	Не более 0,5 дел до 50 MHz не более 1 дел до 100 MHz	Г6-26 Г4-107	
14.3.3.7	определение параметров внешней синхронизации	Гармонические сигналы частотой $10-10^8$ Hz и импульсные сигналы обеих полярностей длительностью $10^{-8}-1\text{ с}$	0,4-10 V	Г6-26 Г3-П2 Г5-60 Г4-143	
14.3.3.8	определение коэффициента развязки между каналами	На частоте 30 MHz, на частоте 100 MHz	Не менее 5000, не менее 1000	Г4-143	

Продолжение табл.14.1

Номер пункта раздела поверки	Наименование операции, производимых при поверке	Поверяемые отметки	Допускаемые значения погрешностей, предельные значения определяемых параметров	Средства поверки	
				Образцовые	Вспомогательные
14.3.3.9;	определение	Согласно	Согласно		
14.3.3.10	основной погрешности цифрового измерения напряжения	п.14.3.3.9 14.3.3.10	формулам 3.1-3.6	ИП-9 ВЛ-8	
14.3.3.11	определение неравномерности АЧХ цифрового измерителя	$f = 0,01;$ 0,02;0,05; 0,1; 0,2; 0,5;1;5; 10,20, 30 МГц	2 % 3 %	ВЗ-49	Г4-П8 (Г4-Б4) ГЗ-П2 Фильтр 20 МГц Фильтр Ф-1
14.3.3.12;	определение параметров, переходной характеристики цифрового измерителя		$\tilde{t}_y \leq 30 \text{ ns}$ $\tilde{t}_n \leq 5 \text{ ns}$		ИП-14 Г6-17

Продолжение табл. I4.1

Номер пункта раздела поверки	Наименование операции, производимых при поверке	Поверяемые отметки	Допускаемые значения погрешностей, предельные значения определяемых параметров	Средства поверки	
				образцовые	номинальные
I4.3.3.I4	определение основной погрешности измерения временных интервалов	Согласно п. I4.3.3.I4	Согласно формулам 3.7, 3.8	I4-Ю7	
				I3-П2	
I4.3.3.I5	определение ширины линии луча	Согласно п. I4.3.3.I5	Не более 0,8 мм	СИ-С5	I3-П2

- Примечания: 1. Вмeсто указанных в таблице образцовых и вспомогательных средств поверки разрешается применять другие аналогичные измерительные приборы, обеспечивающие измерения 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. Операции по пп. 14.3.3.6-14.3.3.8 должны проводиться только при выпуске осциллографа из ремонта.

При обнаружении несоответствия параметров техническим условиям на осциллограф дальнейшая поверка прекращается. Осциллограф подлежит забракованию и направлению в ремонт.

Используемые технические характеристики образцовых и вспомогательных средств поверки приведены в табл. 14.2.

Таблица 14.2

Наименование средства поверки	Основные технические характеристики средства поверки		Рекомендуемое средство поверки	Примечание
	Пределы измерения	погрешность, %		
Генератор импульсов	$U = 2,5 \text{ mV} - 10 \text{ V}$ $\tau_{\text{ш}} = 10 \text{ ns}$		Г5-72	Вспомогательный
Вольтметр компенсационный	$U = 0,5 - 10 \text{ V}$ $f = 1 \text{ kHz} - 30 \text{ MHz}$	$\pm 0,65$ (до 20 MHz) ± 1 (до 30 MHz)	В3-49	
Генератор испытательных импульсов	$U \geq 10 \text{ V}$ $\tau_{\text{ф}} < 12 \text{ ns}$ $\tau_{\text{ш}} \geq 0,2 \mu\text{s}$		И1-14	
Вольтметр универсальный	$R = 90 - 110 \text{ k}\Omega$ $U = 70 \text{ mV} - 3,1 \text{ V}$	± 3 ± 1 $\pm 0,15$	В7-28	
Генератор сигналов	$f = 10 \text{ Hz}$ $U = 0,5 \text{ mV} - 5 \text{ V}$	± 5	Г6-26 Г3-112	
Генератор мет- рового диапа- зона	$f = 20 \text{ Hz} - 10 \text{ MHz}$ $U = 0,5 \text{ mV}$ $f = 12,5 - 100 \text{ MHz}$	± 1	Г4-107	
Генератор сигналов высокочастот- ный	$f = 0,1 - 30 \text{ MHz}$ $U = 0,5 \text{ mV} - 6 \text{ V}$	$\pm 0,01$	Г4-118 или Г4-154	

Продолжение табл. I4.2

Наименование средства поверки	Основные технические характеристики средства поверки		Рекомендуемое средство поверки	Примечание
	пределы измерения	погрешность, %		
Генератор сигналов высокочастотный	$f=30-100 \text{ MHz}$ $U=1-6 \text{ V}$	± 1	Г4-143	
Осциллограф универсальный	$\Delta f=0-50 \text{ MHz}$	± 5	С1-65А	Должен иметь выход напряжения развертки
Генератор сигналов	$t_n \leq 1,25 \text{ ns}$ $U \geq 2 \text{ V}$		Г6-17	
Фильтр Ф-1				Спец.
Переход коаксиальный	$\rho = 50 \Omega$		32-П/4	
Установка для поверки вольтметров	$U=5 \text{ mV}-4 \text{ V}$ $f=1000 \text{ Hz}$	$\pm 0,65$	В1-8	
Калибратор осциллографов импульсный	$U=10 \text{ mV}-16 \text{ V}$ $T=20 \cdot 10^{-9}-2 \text{ s}$	$\pm 0,6$ 1	И1-9	

Продолжение табл. 14.2

Наименование средства поверки	Основные технические характеристики средства поверки		Рекомендуемое средство поверки	Применение
	пределы измерения	погрешность %		
Генератор импульсов	$\tau_n > 100 \text{ ns}$		ИИ-14	
Частотомер	$\tau_n \leq 0,85 \text{ ns}$	$\pm 0,03$	ЧЗ-54	
Частотомер электронно-счетный	$T = 1 \mu\text{s} - 10 \text{ ms}$			
Фотометр постоянных источников света	$f = 1 - 100 \text{ MHz}$		ФПИ-ХЛ42 ФП16	

14.2. Условия поверки и подготовка к ней

14.2.1. При проведении операций поверки должны соблюдаться следующие условия:

температура окружающего воздуха, °С (К)	$20_{\pm 5} (293_{\pm 5})$;
относительная влажность воздуха, %	$65_{\pm 15}$;
атмосферное давление, кПа (мм Hg)	$100_{\pm 4} (750_{\pm 30})$;
напряжение питающей сети, V	$220_{\pm 4,4}$;
частота питающей сети, Hz	$50_{\pm 1}$

14.2.2. Перед проведением операций поверки необходимо выполнить подготовительные работы, оговоренные в разделе "Подготовка к работе". Кроме этого, необходимо сделать следующее:

проверить комплектность осциллографа (осциллограф должен быть полностью укомплектован);

разместить поверяемый осциллограф на рабочем месте, обеспечив удобство работы и исключив попадание на него прямых солнечных лучей.

При проведении операций поверки необходимо соблюдать требования по обеспечению техники безопасности труда, а также указания раздела 9 настоящего ТО.

14.3. Проведение поверки

14.3.1. Внешний осмотр

При проведении внешнего осмотра должны быть проведены все операции по п.8.1, затем должно быть проверено:

отсутствие механических повреждений, влияющих на метрологические характеристики осциллографа;

наличие и прочность крепления органов управления и ком-

мутаций, четкость фиксации их положения, наличие плавких вставок;

чистота гнезд, разъемов и клемм, колодок;

состояние соединительных проводов, кабелей;

отсутствие отсоединившихся или слабо закрепленных элементов схемы (определяется на слух при наклонах осциллографа).

Осциллограф, имеющий дефекты, бракуется и направляется в ремонт.

14.3.2. Опробование

14.3.2.1. Проверка работы осциллографа в автоколебательном режиме

Переведите осциллограф в автоколебательный режим и проверьте:

наличие линии развертки электронного луча на экране ЭЛТ;

регулировку яркости и фокусировку луча;

смещение луча в горизонтальном и вертикальном направлениях.

Проведите калибровку коэффициентов отклонения и развертки по ш. II.1.3, II.1.7 и цифрового измерителя временных интервалов и напряжения по ш. II.3.6, II.3.10, а также балансирование по п. II.3.9.

14.3.2.2. Проверка работы органов регулирования коэффициента развертки (рис.14.1).

Схема соединения приборов при проверке
органов регулирования коэффициента развертки

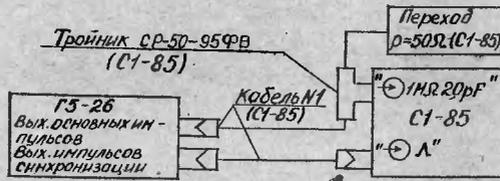


Рис.14.1

Переведите осциллограф в режим внешнего запуска. Установите коэффициент отклонения равным $0,1 \text{ V/ДЕЛ.}$, амплитуду основного импульса генератора, соответствующую четырем делениям шкалы ЭЛТ по вертикали, коэффициент развертки равным $0,05 \text{ MS/ДЕЛ.}$, длительность импульса генератора, соответствующую пяти делениям шкалы ЭЛТ по горизонтали, максимально возможную частоту повторения основных импульсов генератора. Добейтесь устойчивого изображения импульсов на экране ЭЛТ с помощью органов регулирования амплитуды синхронизирующих импульсов генератора и, при необходимости, ручкой УРОВ. осциллографа. Увеличивая фиксированное значение коэффициента развертки, наблюдайте уменьшение ширины изображения импульсов на экране ЭЛТ. При достижении ширины изображения импульса одного деления увеличьте длительность импульса так, чтобы ширина изображения на экране ЭЛТ снова была равна пяти делениям по горизонтали. Частоту повторения импульсов уменьшите до 10 Hz . При одном из фиксированных значений коэффициента

развертки проверьте работоспособность ручки плавного регулирования коэффициента развертки и множителя развертки.

14.3.2.3. Проверка работы осциллографа в режиме внутреннего запуска (рис.14.1)

Переведите осциллограф в режим внутреннего запуска. Установите коэффициент отклонения равным $0,1 \text{ V / ДЕЛ.}$, амплитуду основных импульсов генератора, соответствующую четырем делениям шкалы ЭЛТ по вертикали. Добейтесь устойчивого изображения импульса на экране ЭЛТ. Уменьшите амплитуду основных импульсов генератора до 0,5 деления шкалы ЭЛТ. Синхронизация развертки должна оставаться устойчивой, при этом допускается подрегулирование ручкой УРОВ.

14.3.2.4. Проверка работы органов регулирования коэффициента отклонения (рис.14.2)

Схема соединения приборов при проверке работы органов регулирования коэффициента отклонения

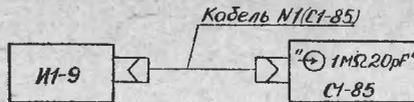


Рис. 14.2

Установите коэффициент развертки равным $0,2 \text{ ms/ДЕЛ.}$, коэффициент отклонения равным 5 mV/ДЕЛ. , амплитуду импульса, соответствующую пяти делениям шкалы ЭЛТ по вертикали. Добейтесь устойчивого изображения импульсов на экране ЭЛТ ручкой УРОВ. Увеличивая фиксированное значение коэффициента отклонения, наблюдайте уменьшение высоты изображения на экране ЭЛТ. При достижении высоты импульса одного деления шкалы ЭЛТ по вертикали амплитуду импульсов генератора увеличьте до получения изображения импульса на экране ЭЛТ высотой 5 делений по вертикали. При одном из фиксированных значений коэффициента отклонения проверьте работоспособность ручки плавного регулирования коэффициента отклонения. Осциллограф, имеющий дефект, берется и направляется в ремонт.

14.3.3. Определение метрологических параметров

14.3.3.1. Определение основной погрешности установки напряжения и частоты калибратора производится методом непосредственной оценки цифровым вольтметром В7-28 и частотометром ЧЗ-54 (рис.14.3)

Схема подключения приборов при определении основной погрешности установки напряжения и частоты калибратора

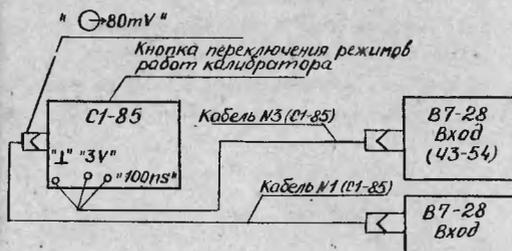


Рис. 14.3

Измерения производите в следующем порядке:
 переключатель "Л", "===", кнопка которого расположена внутри осциллографа вблизи от верхней крышки, установите с помощью отвертки в положение "===";
 измерьте вольтметром В7-28 напряжение постоянного тока на выходах "80 mV" и "3V".

Определите значение основной погрешности установки напряжения калибратора δU , в процентах, по формуле

$$\delta U = \frac{U_{ном} - U_{изм}}{U_{ном}} \cdot 100, \quad (14.1)$$

где $U_{изм}$ — измеренные вольтметром напряжения;

$U_{ном}$ — номинальные значения выходных напряжений калибратора, равные соответственно 80 mV и 3 V.

Основная погрешность установки напряжения на выходе " \ominus 80 mV " должна быть не более $\pm 0,5$ %, а на выходе "3V" — не более ± 1 %.

Установите переключатель "ГЛ, ---" в положение "ГЛ";

Измерьте частотомером ЧЗ-54 частоту калибрационного сигнала на выходе "100 ns" и период на выходе "3V".

Определите значения основных погрешностей установки частоты δ_f и периода δ_T калибрационных сигналов, в процентах, по формулам

$$\delta_f = \frac{f_n - f_{изм}}{f_n} \quad (14.2)$$

$$\delta_T = \frac{T_n - T_{изм}}{T_n} \quad (14.3)$$

где $f_{изм}$ и $T_{изм}$ — измеренные значения частоты и периода, МГц и мс;
 $f_{ном}$ и $T_{ном}$ — номинальные значения частоты и периода, равные соответственно 10 МГц и 1 мс.

Основные погрешности установки частоты и периода калибрационных сигналов должны быть не более $\pm 0,1$ % каждая.

14.3.3.2. Определение основной погрешности коэффициентов отклонения производится методом сравнения показаний осциллографа С1-85 и калибратора осциллографов И1-9. Схема подключения приборов приведен на рис. 14.4.

Схема подключения приборов при определении основной погрешности коэффициентов отклонения

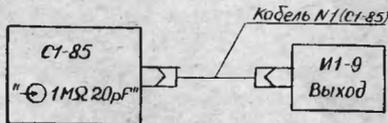


Рис. 14.4

Перед началом измерений проводите калибровку коэффициентов отклонения по внутреннему калибратору.

Подайте на вход "⊖ I MΩ 20 pF" канала А (Б) сигналы с выхода "⊖" калибратора осциллографов ИИ-9, обеспечивающие размер изображения импульсов по вертикали 4, 6 и 8 делений шкалы в положении "2 V" переключателя V/ДЕЛ. и 6 делений во всех остальных положениях. При этом производите отсчет погрешности по индикатору калибратора осциллографов ИИ-9.

Аналогично определите погрешность коэффициента отклонения при работе с делителем I:10 в положении "0,1 V" переключателя V/ДЕЛ. канала А (Б) при размере изображения по вертикали равном 6 делений шкалы ЭЛТ.

Основная погрешность коэффициентов отклонения должна быть не более $\pm 3\%$ при непосредственном входе и $\pm 4\%$ при работе с делителем I:10.

14.3.3.3. Определение основной погрешности коэффициентов основной и задержанной разверток производится методом сравнения показаний осциллографа СИ-85 и образцового прибора-калибратора осциллографов ИИ-9.

Структурная схема соединения приборов приведена на рис. 14.5.

Структурная схема соединения приборов для определения коэффициентов разверток

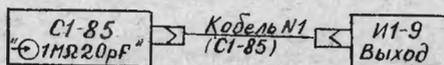


Рис. 14.5

Перед началом измерения проведите калибровку коэффициентов развертки по встроенному калибратору.

Измерение производите следующим образом:

установите коэффициент развертки в осциллографе СИ-85 и в калибраторе ИИ-9 равным 200 мс/ДЕЛ. ;

установите переключатель ЧИСЛО ДЕЛЕНИЙ калибратора ИИ-9 в положение "4";

добейтесь на экране устойчивого изображения сигнала;

регулируйте девиацию временного интервала в калибраторе ИИ-9 и ручки "←", "→", "□", "□" осциллографа СИ-85 таким образом, чтобы импульсы калибратора совпали с нулевым и четвертым делениями горизонтальной осевой линии шкалы ЭЛТ;

отсчитайте погрешность по шкале калибратора ИИ-9.

Аналогично, устанавливая изображение одного из импульсов калибратора на нулевое деление шкалы ЭЛТ, произведите измерение погрешности коэффициентов развертки при положениях "6", "8", и "10" переключателя ЧИСЛО ДЕЛЕНИЙ калибратора ИИ-9, а также при остальных положениях переключателя ВРЕМЯ/ДЕЛ. осциллографа СИ-85. При положениях "0,2"; "0,1" и "0,05 мс" переключателя ВРЕМЯ/ДЕЛ. произведите, кроме того, измерение погрешности коэффициентов развертки при включенной растяжке.

Основная погрешность коэффициентов развертки должна быть не более $\pm 3 \%$, а при включенной растяжке — $\pm 4 \%$.

П р и м е ч а н и е. Измерение производите на обеих развертках.

14.3.3.4. Определение времени нарастания, выброса и неравномерности ПХ производится путем измерения параметров изображения испытательного импульса по шкале экрана осцил-

лографа, при не нажатой кнопке ИНВЕРТ., ОТКЛ.

Структурная схема соединения приборов приведена на рис. 14.6.

Схема соединения приборов при определении времени нарастания, выброса и неравномерности ПХ

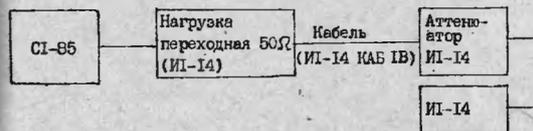


Рис. 14.6

Измерения производятся в следующем порядке: подайте с генератора ИИ-14 через аттенуатор на вход "⊕ΩИМ 20pF" испытательный сигнал; подготовьте аттенуатор СИ-85 для работы в режиме внутренней синхронизации;

установите коэффициент отклонения равным 5 мВ/ДЕЛ. и добейтесь размера изображения импульса, равного 6 делениям шкалы по вертикали, путем изменения амплитуды испытательного импульса;

измерьте время нарастания ПХ и выброс на изображении импульса согласно рис. 14.7;

проведите измерения по вышеописанной методике при всех остальных коэффициентах отклонения в каждом из каналов осциллографа для положительной или отрицательной полярности

испытательного сигнала при подаче испытательного импульса непосредственно на вход осциллографа, а в положении "0,1 V" переключателя V / ДЕМ. Кроме того, при подаче испытательного импульса через делитель 1:10.

Время нарастания переходной характеристики не должно превышать 3,5 нс при непосредственном входе и 4,5 нс с делителем 1:10. Выброс на изображении определяется по формуле:

$$\delta_A = \frac{\Delta A}{A} \cdot 100, \quad (14.4)$$

где A - амплитуда изображения испытательного импульса, V ;
 ΔA - амплитуда изображения выброса, V .

Выброс не должен превышать 5% (8% в положении "2 V" переключателя V / ДЕМ) при непосредственном входе и 10% с делителем 1:10.

При измерении выброса и неравномерности ПХ следует не учитывать выброс, присущий несогласованному тракту между прибором ИИ-14 и осциллографом. Положение этого выброса на вершине ПХ зависит от длины кабеля, соединяющего прибор ИИ-14 и осциллограф, причем при большей длине кабеля смещение выброса происходит вправо. Кабели разной длины имеются в комплекте ЭИП прибора ИИ-14. Положение выброса, определяющего параметры ПХ и подлежащего измерению, остается неизменным и не зависит от длины кабеля.

Неравномерность определяется, как отклонения переходной характеристики от линии установившегося значения. Время установления, равное 15 нс, отсчитывается от точки на фронте импульса, расположенной на уровне 0,1 А (рис. 14.7). Неравномерность ПХ импульсом длительностью 0,5 нс проверяется от генератора Г5-60. Величина неравномерности δ_n в процентах от установившегося значения ПХ определяется по формуле

$$\delta_H = \frac{4A_H}{A} \cdot 100 \quad (14.5)$$

Значение неравномерности ПХ, рассчитанное по формуле (14.5) должно быть не более 2 %.

При измерении времени нарастания ПХ с помощью генератора ИИ-14 следует учитывать длительность фронта \tilde{t}_{ϕ_0} испытательного импульса на входе осциллографа. Поэтому, согласно требованиям ГОСТ 23158-78, время нарастания t_r следует рассчитывать по формуле

$$t_r = \sqrt{\tilde{t}_{\phi}^2 - \tilde{t}_{\phi_0}^2}, \quad (14.5a)$$

где \tilde{t}_{ϕ} - длительность фронта испытательного импульса на экране испытуемого осциллографа, ns ;

\tilde{t}_{ϕ_0} - длительность фронта испытательного импульса на входе осциллографа, ns , которая рассчитывается по формуле

$$\tilde{t}_{\phi_0} = \sqrt{\tilde{t}_{\phi'}^2 + (1,1 R_H \cdot C_{вх})^2}, \quad (14.5b)$$

где $\tilde{t}_{\phi'}$ - длительность фронта испытательного импульса генератора ИИ-14 на согласованной нагрузке 50Ω , измеренная с погрешностью не более 20 %, ns ;

R_H - сопротивление нагрузки, равное 50Ω ;

$C_{вх}$ - входная емкость осциллографа, равная $18 pF$;

Для $\tilde{t}_{\phi'} = 1 ns$, $t_r = 3,5 ns$, \tilde{t}_{ϕ_0} , измеренная на экране испытуемого осциллографа, как время нарастания, не должна превышать $3,77 ns$.

14.3.3.5. Определение основной погрешности

Задержки развертки производится в следующей последовательности:

подайте на вход усилителя вертикального отклонения

сигнал от генератора Г4-Г18 частотой 100 kHz, амплитудой 2 V, при этом контролируйте частоту сигнала частотомером ЧЗ-54;

установите коэффициент отклонения равным 1 V/ДЛЛ., коэффициенты основной и задержанной разверток 10 мс/ДЛЛ. и 1 мс/ДЛЛ. соответственно;

установите автоматический режим запуска основной и задержанной разверток;

наблюдайте на экране изображение сигнала с яркостной меткой, выделяющей один период сигнала. Яркостную метку перемещайте плавно по изображению сигнала вращением ручки ЗАДЕРЖ. таким образом, чтобы при повороте ручки на один оборот яркостная метка перемещалась по изображению сигнала на размер смещения равной одному периоду сигнала;

определение основной погрешности задержки развертки производите при длительности временного интервала, равного 8 делениям шкалы (между первым и девятым делениями шкалы);

основную погрешность задержки ε задерж. в процентах определите по формуле

$$\varepsilon_{\text{задерж}} = \frac{\ell_0 - \ell_{\text{задерж}}}{\ell_0} \cdot 100, \quad (14.6)$$

где ℓ_0 - номинальный временной интервал, равный 8 делениям шкалы (96 мтс);

$\ell_{\text{задерж}}$ - измеренный временной интервал перемещения подсвеченного участка при повороте ручки ЗАДЕРЖ на восемь оборотов, мтс.

Основная погрешность регулируемой задержки должна быть не более $\pm 2\%$.

14.3.3.6. Определение минимального размера устойчивого изображения при внутренней синхронизации производится в следующей последовательности:

подайте на вход " \oplus I M Ω 20 pF" каждого из каналов вертикального отклонения гармонические сигналы от генераторов Г6-26 и Г4-107 частотой следования 10 Hz, 50 и 100 MHz;

режим запуска развертки установите «дующий» при открытом входе синхронизации;

установите коэффициент развертки при частоте следования сигналов 10 Hz - 50 мс/ДЕЛ; а при частоте следования сигналов 50 и 100 MHz - 50 нс/ДЕЛ;

амплитуду гармонического сигнала контролируйте непосредственно по шкале осциллографа и установите регулированием выхода генераторов равной 0,5 деления шкалы по вертикали на частотах 10 Hz и 50 MHz (при коэффициенте отклонения 5 мV/ДЕЛ) и 1 делению на частоте 100 MHz.

На экране осциллографа должно наблюдаться устойчивое изображение сигнала в центре, в первом и восьмом делениях шкалы ЭЛТ по вертикали.

14.3.3.7. Определение параметров сигналов при внешней синхронизации производится в следующей последовательности:

установите переключатель ВНУТР., ВНЕШ. основной развертки в положение ВНЕШ.;

подайте на вход синхронизации основной развертки и через тройник СР-50-95 на вход канала А гармонические сигналы амплитудой 0,4 V, затем 10 V частотой 10 Hz, 10 и 100 MHz от генераторов Г6-26, Г3-112 и Г4-143 соответственно, добейтесь

устойчивой синхронизации развертки с помощью ручек УРОВЕНЬ, СТАБ. и кнопок НЧ, ВЧ ;

аналогично подайте импульсные сигналы амплитудой $0,4 \text{ V}$, затем 10 V длительностью $10 \mu\text{s}$ частотой следования 10 KHz от генератора Г5-72 и длительностью 1 s с частотой следования $0,5 \text{ Hz}$ от генератора Г5-60, добейтесь устойчивой синхронизации.

Произведите аналогичные операции для задержанной развертки.

Синхронизация обеих разверток должна быть устойчивой.

14.3.3.6. Определение коэффициента развязки между каналами производится в следующей последовательности:

подайте на вход канала А осциллографа сигнал от генератора Г4-143 частотой 30 MHz размахом 16 V ;

установите коэффициент отклонения усилителя вертикального отклонения канала А (источника помехи) - 2 V/ДЕЛ . Коэффициент отклонения канала Б - минимальный (5 mV/ДЕЛ .);

установите режим работы переключателей каналов поочередный; произведите измерение амплитуды изображения импульса в обоих каналах осциллографа;

подайте на вход канала Б осциллографа сигнал от генератора Г4-143 частотой 100 MHz и размахом 16 V ;

произведите измерение амплитуды изображения импульса в обоих каналах осциллографа.

Примечание. При испытаниях входная цепь каждого канала последовательно рассматривается как источник помех. Вход другого канала заземляется.

Коэффициент развязки определите по формуле

$$K_p = \frac{A \cdot h_1}{B \cdot h_2} \quad (14.7)$$

где A и h_1 – коэффициент отклонения и размер изображения сигнала по каналу – источнику помех;
 B и h_2 – коэффициент отклонения и размер изображения по каналу, в котором создаются помехи.

Значение коэффициента развязки, рассчитанное по формуле (14.7) должно быть не менее 5000 на частоте 30 МГц и не менее 1000 на частоте 100 МГц.

14.3.3.9. Определение основной погрешности цифрового измерения амплитуды импульсов с плоской вершиной и размаха гармонических сигналов производится методом сравнения показаний цифрового индикатора осциллографа СГ-85 и калибратора осциллографов ИИ-9.

Схема подключения приборов показана на рис. 14.8.

Схема подключения приборов при определении основной погрешности цифрового измерения напряжений

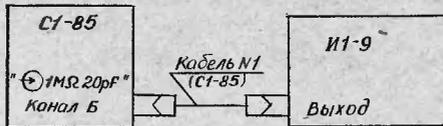


Рис.14.8

Убедитесь в наличии балансировки тракта вертикального отклонения канала Б. Проведите балансировку цифрового измерителя напряжения, для чего:

- установите в положение "1" переключатель " $\sim, \underline{1}$ ";
- нажмите кнопку БАЛАНС на боковой крышке осциллографа;
- нажмите кнопку " \square, \square " блока цифровых измерений.

Переменным резистором БАЛАНС, ось которого выведена на боковую крышку осциллографа, установите показания на цифровом индикаторе ЭЛТ равным 204 ± 4 . Балансировку проводите после каждого переключения переключателя ВРЕМЯ/ДЕЛ. Проведите калибрование с помощью внутреннего калибратора, для чего:

установите переключатель ВРЕМЯ/ДЕЛ. развертки I в положение "20 мс";

установите переключатель V /ДЕЛ. канала Б в положение "10 мV";

соедините выход "80 мV" калибратора амплитуды с входом канала Б.

При помощи ручек I_m и I_m установите одну метку на основной импульс, а другую на вершине, посередине плоского участка. Установите с помощью переменных резисторов КАЛИБРОВКА АМПЛ. I и АМПЛ. II, оси которых выведены на боковую крышку осциллографа, показание цифрового индикатора равным 80,0 мV.

Нажмите кнопку НАКОПЛЕНИЕ, "х100" на боковой крышке осциллографа.

Для уменьшения случайной составляющей погрешности при калибровании результирующее показание определяется как среднее арифметическое значение трех отсчетов.

Для определения основной погрешности измерения амплитуды импульсов с плоской вершиной подайте на вход канала Б

импульсное напряжение с выхода калибратора ИГ-9, установите переключатель ВРЕМЯ/ДЕЛ. в положение "0,1ms"; добейтесь устойчивого изображения на экране ЗЛТ с помощью ручки УРОВ. и установите метки на вершине и на основании импульса посередине плоского участка.

Произведите измерение амплитуды импульсов во всех положениях переключателя V/ДЕЛ. канала Б, устанавливая амплитуду импульсов на выходе калибратора ИГ-9 согласно табл.14.3.

Таблица 14.3

Положение переключателя V/ДЕЛ. канала Б	5mV	10mV	20mV	50mV	0,1V	0,2V	0,5V	1V	2V
Амплитуда импульсов	10mV	50mV	80mV	0,1V	0,5V	0,8V	1V	5V	8V

Основная погрешность измерения Δ определяется по формуле

$$\Delta = U - U_K \quad (14.8)$$

где U - результат измерения напряжения, V ;

U_K - напряжение, подаваемое с выхода калибратора ИГ-9, V .

Для определения основной погрешности цифрового измерения размаха гармонического сигнала подайте на вход канала Б синусоидальное напряжение частотой 1 kHz с выхода прибора ВГ-8, установите переключатель ВРЕМЯ/ДЕЛ. в положение "0,1ms", добейтесь устойчивого изображения на экране ЗЛТ с помощью ручки УРОВ. и установите метки в местах максимума и минимума синусоиды.

Произведите измерение размаха гармонического сигнала, устанавливая на выходе прибора ВГ-8 напряжение согласно

табл. 14.4.

Таблица 14.4

Положение переключателя $V/ДВЛ$ канала Б	5mV	10mV	20mV	50mV	0,1V	0,2V	0,5V	1V	2V
Амплитуда гармонического сигнала	5mV	25mV	40mV	50mV	0,25V	0,4V	0,5V	2,5V	4V

Основная погрешность измерения определяется по формуле

$$\Delta = U - 2U_K, \quad (14.9)$$

где U - результат измерения напряжения, V ;

U_K - амплитуда сигнала, подаваемого с выхода прибора В1-8, V .

П р и м е ч а н и я: 1. Для уменьшения случайной составляющей погрешности результат измерения определяется как среднее арифметическое значение трех стечетов.

2. Ручка ПЛАВНО переключателя $V/ДВЛ$ может находиться в некалиброванном положении.

Основная погрешность измерения должна быть не более значений, указанных в п.3.33.

14.3.3.10. Определение основной погрешности цифрового измерения относительно корпуса осциллографа амплитуды импульсов с плоской вершиной и постоянного напряжения производится следующим образом.

Органы управления осциллографа установите в следующие положения:

кнопка Б переключателя режимов работы тракта вертикального отклонения нажата;

кнопка А переключателя СИНХР. тракта нажата;

кнопка ВНУТР., ВНЕШ. развертки I не нажата;

кнопка " I " нажата (включена развертка I) ;

переключатель " \sim , \perp , \sim " входа канала Б - в положение " \sim ".

Подайте на вход канала Б постоянное напряжение с выхода калибратора ИГ-9, добейтесь устойчивого изображения линии развертки на экране ЭЛТ с помощью ручки УРОВ., убедитесь в правильной балансировке цифрового измерителя.

Проведите измерение относительно корпуса постоянного напряжения обеих полярностей и импульсов с плоской вершиной, устанавливая напряжение на выходе калибратора ИГ-9 согласно табл. 14.5. Для получения каждого цифрового отсчета измеряемого напряжения нажмите кнопку " U_i " .

Таблица 14.5

Положение переключателя ДРМ. канала Б	5 mV	10 mV	20 mV	50 mV	0,1V	0,2V	0,5V	1V	2V
Абсолютное значение постоянного напряжения	10 mV	50 mV	80 mV	0,1 mV	0,5V	0,8V	1V	5V	8V

Определите по формуле (14.8) основную погрешность измерения амплитуды импульсов с плоской вершиной и постоянного напряжения относительно корпуса осциллографа.

Примечание. Цифровое измерение напряжения относительно корпуса осциллографа производится только при внешней синхронизации или синхронизации от канала А.

Основная погрешность измерения должна быть не более значений, указанных в п.3.34.

14.3.3.II. Определение неравномерности АЧХ цифрового измерителя производится следующим образом.

Соберите схему в соответствии с рис.14.9.

Установите переключатель $V/ДЕЛ.$ канала Б в положение "10 mV ".

Установите напряжение гармонического сигнала частотой 1 кГц на выходе генератора ГЗ-112 таким образом, чтобы изображение сигнала на экране осциллографа составляло не менее 6 делений.

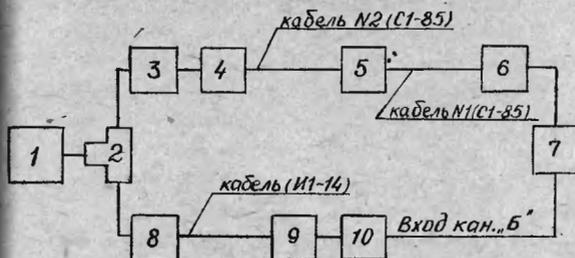
Установите переключатель ВРЕМЯ/ДЕЛ. развертки I в такое положение, чтобы на экране было изображение одного периода гармонического сигнала.

Добейтесь с помощью ручки УРОВ. устойчивой синхронизации изображения.

Измерьте действующее значение напряжения с помощью вольтметра ВЗ-49.

После проведения балансирования цифрового измерителя осциллографа установите метки с помощью ручек МЕТКИ, I_м и I_н в местах максимума и минимума синусоиды соответственно.

Схема соединения приборов для измерения амплитуды опорного сигнала и определения неравномерности АЧХ цифрового измерителя в полосе частот до 100 КHz



- 1 - вольтметр ВЗ-49
- 2 - соединитель С-010 (ВЗ-49);
- 3 - переход коаксиальный №2 (С1-85);
- 4 - переход коаксиальный 32-III/4 (С1-85);
- 5 - переход III (С1-85);
- 6 - генератор ГЗ-112
- 7 - осциллограф С1-85
- 8 - переход коаксиальный 32-III/4 (С1-85)
- 9 - аттенюаторы Д2-29, Д2-32 (И1-14),
- 10 - нагрузка проходная 50Ω (И1-14).

Рис. 14.9.

Цифровой отсчет на экране ЭЛТ соответствует в этом случае размаху гармонического сигнала на опорной частоте 1 кГц.

Таким же образом проверьте балансировку цифрового измерителя и определите размах гармонических сигналов частотой 10, 20, 50, 100 кГц, причем эффективное значение напряжения устанавливается равным отсчету, установленному на вольтметре ВЗ-49 при измерении сигнала частотой 1 кГц. Затем соберите схему в соответствии с рис. 14.10.

Напряжение гармонического сигнала на выходе генератора Г4-П8 установите таким образом, чтобы эффективное значение напряжения после фильтра Ф1 совпало с отсчетом, установленным на шкале компенсационного вольтметра ВЗ-49 при измерении сигнала частотой 1 кГц.

Проверьте балансировку цифрового измерителя и определите с его помощью размах гармонических сигналов частотой 0,5; 1; 5 и 10 МГц. Вместо фильтра Ф1 включите фильтр 20 МГц (С1-85) и определите размах гармонического сигнала частотой 20 и 30 МГц.

П р и м е ч а н и е. На частотах 1, 5, 10, 20, 30 МГц метки устанавливаются в точках, соответствующих максимальным показаниям цифрового индикатора.

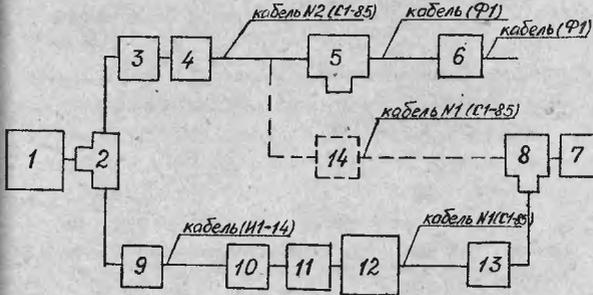
Неравномерность амплитудно-частотной характеристики измерителя δ в процентах определяют по формуле

$$\delta = \frac{U_f - U_0}{U_0} \quad (14.10)$$

где U_f - результирующее показание цифрового индикатора на частоте f ;

U_0 - результирующее показание цифрового индикатора на опорной частоте 1 кГц, V.

Схема соединения приборов для определения
 неравномерности АЧХ цифрового измерителя на
 частотах более 100 кГц (пунктиром на
 20 и 30 МГц)



- 1- вольтметр ВЗ-49;
- 2- соединитель С - ОЮ (ВЗ-49);
- 3- переход №2 (СИ-85)
- 4- переход 32-III/4 (СИ-85)
- 5- тройник СР-50-95 ФВ (СИ-85);
- 6- фильтр (Ф1) 2.067.018;
- 7- переход 2.236.023 (СИ-85);
- 8- тройник СР-50-95 ФВ (СИ-85);
- 9- переход 32-III/4 (СИ-85);
- 10- аттенюаторы Д2-29, Д2-32 (И1-14);
- 11- нагрузка 50 Ω (И1-14);
- 12- осциллограф СИ-85;
- 13- генератор Г4-154 (Г4-118);
- 14- фильтр 20 МГц (СИ-85);

Рис.14.10

Для уменьшения случайной составляющей погрешности, результирующее показание определяется как среднее значение трех отсчетов.

Переключатель $V/ДЕЛ$ канала Б установите в положение "0,1 V", при этом из измерительной цепи исключите аттенюатор Д2-32.

Сределайте неравномерность амплитудно-частотной характеристики по методике, приведенной выше. Переключатель

$V/ДЕЛ$ канала Б установите в положение "1 V", при этом в измерительной цепи оставьте только один аттенюатор Д2-29 с ослаблением 6 dB.

Сределайте неравномерность амплитудно-частотной характеристики. Неравномерность АЧХ должна быть не более значений, указанных в п. 3.35.

14.3.3.12. Время установления ПХ при цифровых измерениях определяется путем подачи на вход канала Б импульса положительной и отрицательной полярности с генератора ИИ-14 по коаксиальному тракту согласно схеме рис.14.11.

Органы управления осциллографа установите в следующие положения:

- кнопка "Б" переключателя режимов работы тракта нажата;
- кнопка "Г" переключателя "Г, Г и П, \ominus X, \rightarrow \rightarrow " нажата;
- кнопка ВВУТР. ВНЕШ. развертки Г нажата;
- кнопка $|U_1 - U_2|$ измерителя нажата;
- переключатель ВРЕМЯ/ДЕЛ. - в положение "0,05 μ s";
- переключатель " \sim , \perp , \sim " входа канала Б - в положение " \sim ".

Размер изображения на экране ЭЛТ установите с помощью аттенуаторов Д2-29+Д2-32 равным 6 делениям. Время установления измерьте в трех диапазонах цифрового измерителя в положениях "10 mV; 0,1 и 1 V" переключателя V/ДЕЛ. соответственно.

Схема соединения приборов при определении времени установления ПХ цифрового измерителя

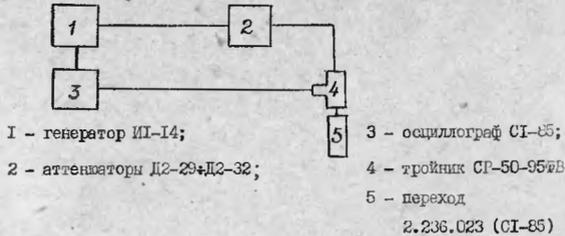


Рис. 14.11

Установите с помощью ручки **МЕТКИ** 1м первую метку в средней части экрана осциллографа. Переключатель **ЗАДЕРЖКА СИНХРОИМПУЛЬСА** генератора ИТ-14 установите в такое положение, чтобы первая метка попала на участок, соответствующий нулевому уровню сигнала, но не ближе 20 нс до фронта импульса. Установите с помощью ручек **МЕТКИ** 1м и **ПЛАВНО** вторую метку на вершине импульса не менее чем через 150 нс после фронта и определите установившееся значение ПХ цифрового измерителя.

Сдвигая правую метку влево и измеряя значение напряжения, определите по шкале ЗЛТ время, при котором неравномерность ПХ превысит 2 %.

Значение неравномерности ПХ δ , в процентах, определяется по формуле

$$\delta = \frac{U_k - U_{уст}}{U_{уст}} \cdot 100, \quad (14.11)$$

где U_k — значение напряжения через $t_{нс}$ после фронта импульса, V ;

$U_{уст}$ — установившееся значение ПХ цифрового измерителя,

Время установления ПХ должно быть не более 30 .

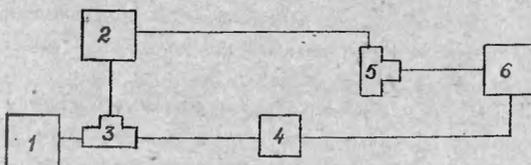
14.3.3.13. Определение времени нарастания ПХ цифрового измерителя от уровня 0,1 до уровня 0,9 производится следующим образом. Выход положительного импульса генератора Г6-17 соедините со входом канала Б согласно схеме рис.14.12. Установите частоту следования импульсов 1 МГц . Выход синхроимпульса генератора Г6-17 соедините со входом внешней синхронизации основной развертки. Переключатель **V/ДЕЛ.** канала Б установите в положение "1 V". Переключатель **ВРЕМЯ/ДЕЛ.** основной развертки установите в положение "0,05 нс". Нажмите

кнопку внешней синхронизации и ручкой УРОВ. добейтесь устойчивой синхронизации импульсов. Поворачивая ручку ПЛАВНО переключателя ВРЕМЯ/ДЕЛ. основной развертки, установите начало второго импульса в правой части линии развертки. Нажмите кнопку " $U_1 - U_2$ " цифрового блока и измерьте амплитуду импульса, установив одну метку на основание, а вторую - на вершину импульса. Вычислите значения $0,1U$ и $0,9U$,

где U - измеренное значение амплитуды импульса.

Переместите вторую метку с вершины импульса в точку с уровнем $(0,01-0,1)U$ (по показаниям цифрового индикатора).

Схема соединения приборов при определении времени нарастания ПХ цифрового измерителя



1 - переход 2.236.023 (С1-85)

2 - осциллограф С1-85;

3 - тройник СР-50-95 ФВ

4 - аттенкатор (от генераторе Г6-Г7)

5 - тройник СР-50-95 ФВ

6 - генератор Г6-Г7

Рис. И4. И2

Удлините кабель синхронизации с помощью второго калиброванного кабеля № 1, обеспечивающего задержку сигнала на 5нс, и тройника СР-50-95 ЭВ. Снимите показания цифрового индикатора.

Повторите вышеописанные операции для отрицательного импульса генераторе Г6-17.

Произведите аналогичные измерения в положении "0,1 V" и "10mV" переключателя V/ДЕЛ., ослабляя входной сигнал в соответствии с табл.14.6.

Таблица 14.6

Положение переключателя "V/ДЕЛ".	IV	0,1V	10mV
Ослабление аттензатора, dB	5	20-25	30-40

Измеренное при подключенном калиброванном кабеле значение напряжения должно составлять не менее $0,9U$ в каждом из указанных положений переключателя V/ДЕЛ.

14.3.3.14. Определение основной погрешности цифрового измерения временных интервалов проводится следующим образом.

Произведите калибрование измерителя временных интервалов.

На вход канала Б последовательно подайте сигналы с выходов генераторов Г3-112, Г4-107. Синхронизация должна быть внешней. Установите переключатель ВРЕМЯ/ДЕЛ. основной резервтики в положение "10ms". Установите частоту генератора примерно 65 Hz. Добейтесь устойчивого изображения синусоидального сигнала на экране ЭЛТ амплитудой 7-8 делений. Нажмите кнопку Т цифрового блока. Кнопку ФРОНТ, СПИД установите в положение ФРОНТ. С помощью ручек 1м, 1м установите метки в точки пересечения возрастающих участков синусоиды с централь-

ной горизонтальной линией шкалы ЭЛТ. При этом между метками должно быть 6 периодов синусоиды.

Частоту при коэффициентах развертки от 0,5 до 0,05 мс/ДЕЛ. или период синусоидального напряжения измерьте частотомером ЧЗ-54. Вычислите истинное значение временного интервала $t_{ист}$ по одной из формул

$$t_{ист} = n \cdot T \quad (14.12)$$

или

$$t_{ист} = \frac{n}{f}, \quad (14.13)$$

где T - период синусоидального напряжения, с ;

f - частота синусоидального напряжения, Hz ;

n - количество периодов между метками.

Основную погрешность измерения временных интервалов δ_T , в процентах, определите по формуле

$$\delta_T = \frac{t - t_{ист}}{t_{ист}} \cdot 100, \quad (14.14)$$

где t - измеренное значение временного интервала, с .

Повторите указанные операции для других значений частоты, указанных в табл. 14.7.

Таблица 14.7

Частота сигнала (ориентировочно)	65 Hz	130 Hz	400 Hz	650 Hz	1,3 kHz	4 kHz	6,5 kHz	13 kHz	40 kHz	65 kHz
Положение переключателя ВРЕМЯ/ДЕЛ.	10 ms	5 ms	2 ms	1 ms	0,5 ms	0,2 ms	0,1 ms	50 ms	20 ms	10 ms
Частота сигнала (ориентировочно)	130 kHz	400 kHz	650 kHz	1,3 MHz	4 MHz	6,5 MHz	13 MHz	40 MHz	100 MHz	
Положение переключателя ВРЕМЯ/ДЕЛ.	5 ms	2 ms	1 ms	0,5 ms	0,2 ms	0,1 ms	0,05 ms	0,1 ms	0,05 ms	

- Примечания: 1. При измерении на частоте 100 MHz между метками должно быть 3 периода синусоиды.
2. При измерении в положениях "0,05 и 0,1 μ s" ручка ПЛАВНО основной развертки должна находиться в некалиброванном положении, обеспечивающем возможность установки меток в указанные точки.
3. При измерении в положениях "1 - 0,05 μ s" вторую (правую) метку устанавливать с помощью ручек МЕТКИ 1м и ПЛАВНО.
4. При измерении на частотах 40 и 100 MHz включить растяжку "x10".

Основная погрешность цифрового измерения временных интервалов должна быть не более значений, указанных в п.3.38.

14.3.3.15. Определение ширины линии луча производится методом скатого раstra последовательно для двух осей экрана ЭЛТ - вертикальной и горизонтальной. Фокусировка луча осуществляется при яркости раstra 160 cd/m^2 . Яркость измеряется фотометром ФПМ-ХД.4.2.

Ширина линии луча в вертикальном направлении измеряется на горизонтальном растре (строки раstra на экране ЭЛТ расположены горизонтально), а ширина луча в горизонтальном направлении - на вертикальном растре (строки раstra на экране ЭЛТ расположены вертикально).

Как горизонтальный, так и вертикальный растр создается с помощью пилообразных напряжений развертки I осциллографа и внешнего пилообразного напряжения, подаваемого от осциллографа CI-65A.

Для измерения ширины линии луча в вертикальном направлении органы управления осциллографа установите в следующие положения:

переключатель ВРЕМЯ/ДЕЛ. развертки I - в положение "5 μ s";

кнопка "I" нажата;

кнопка A режима работы вертикального усилителя нажата;

кнопка ВНУТР., ВНЕШ. развертки I нажата;

кнопка АВТ. ЖДУЩ. режима запуска развертки I нажата;

кнопка " \sim , \sim " входа синхронизации развертки I не нажата.

На вход внешней синхронизации развертки I осциллографа CI-65 и вход осциллографа CI-65A через тройник CP-50-95 ФВ подайте сигнал от генератора ГЗ-112 амплитудой (0,5 - 10) V и частотой (200-400) KHz. На вход канала A осциллографа CI-65 подайте пилообразное напряжение с выхода "  " осциллографа CI-65A.

Сжатие раstra для измерения ширины линии луча осуществляется изменением коэффициента отклонения канала A. Растр сжимается в вертикальном направлении до начала исчезновения строчной структуры.

Ширина линии луча E_B в вертикальном направлении в миллиметрах рассчитывается по формуле

$$E_B = \frac{h_B}{n_B} \quad (14.15)$$

где h_B - размер изображения раstra, сжатого по вертикали, мм ;

n_a - число линий раstra, приходящихся на размер h_a

Для измерения ширины линии луча в горизонтальном направлении вертикальный растр создайте следующим образом:

переключатель ВРЕМЯ/ДЕЛ. развертки I установите в положение "0,1 μ S", синхронизация внутренняя.

На вход канала A подайте пилообразное или гармоническое напряжение с частотой 100 KHz, путем изменения частоты входного напряжения растр сжимается в горизонтальном направлении до исчезновения строчной структуры.

Затем переключатель ВРЕМЯ/ДЕЛ. установите в положение "20 μ S" и с учетом данных коэффициентов развертки подсчитайте количество линий по отношению к I дел в положении "0,1" переключателя ВРЕМЯ/ДЕЛ.

Ширина линии луча B_r в горизонтальном направлении в миллиметрах рассчитывается по формуле

$$B_r = \frac{h_r}{n_r} \quad (14.16)$$

где h_r - размер изображения раstra, сжатого по горизонтали, ;

n_r - число линий раstra, приходящихся на размер h_r .

За ширину линии луча принимается наибольшее значение результатов измерения в двух взаимно перпендикулярных направлениях.

Ширина линии луча должна быть не более 0,8 mm .

14.4. Оформление результатов проверки

Положительные результаты проверки заносят в формуляр осциллографа, заверяют подписью поверителя и оттиском пове-

рительного клейма.

Осциллографы, не прошедшие поверку (имеющие отрицательные результаты поверки), запрещаются к выпуску в обращение и применению.

15. ПРАВИЛА ХРАНЕНИЯ

15.1. Осциллограф должен длительно храниться в отапливаемых или неотапливаемых хранилищах.

Срок сохраняемости осциллографа в отапливаемом хранилище 5 лет, в неотапливаемом 3 года.

15.2. Условия хранения осциллографа:

1) в отапливаемом хранилище - при температуре воздуха от 5 до 40 °С и относительной влажности воздуха до 80 % при температуре 25 °С и ниже без конденсации влаги;

2) в неотапливаемом хранилище - при температуре воздуха от минус 50 до 60 °С и относительной влажности воздуха до 98 % при температуре 25 °С и ниже без конденсации влаги.

Суточный перепад температуры не более 5 °С.

В хранилище не должно быть пыли, песка, паров коррозионно-активных агентов, солнечной радиации.

15.3. При кратковременном хранении (продолжительностью до одного года) осциллограф может храниться в укладочном ящике.

15.4. Перед консервацией проверяется работоспособность

осциллографа в нормальных условиях согласно п. II. I настоящего ТУ и проводится восьмичасовой прогон, а также контролируется балансировка тракта вертикального отклонения.

И5.5. Консервации подлежат металлические детали, ручки для переноса осциллографа.

И5.6. Поверхности деталей, подлежащие консервации, обезжириваются чистой салфеткой, смоченной бензином, протираются насухо и обдуваются сжатым воздухом. Наносится консервационная смазка.

И5.7. Расконсервации подлежат детали, подвергнутые консервации. Удаление смазки производится тампоном или салфеткой, смоченной бензином. Следы коррозии удаляются.

И5.8. Консервация и переконсервация осциллографа проводится при температуре окружающего воздуха (20 ± 5) °С и относительной влажности не более 65 %.

И5.9. При проведении работ по консервации следует соблюдать требования безопасности по ГОСТ 9.014-78.

И5.10. При длительном хранении осциллограф помещается в укладочный ящик, туда же помещаются мешочки с силикагелем. Влажность силикагеля должна быть не более 2 %.

Ящик укладывается в чехол из полиэтиленовой пленки толщиной не менее 0,2 мм, который герметизируется путем сварки или оплавления. Затем ящик с чехлом оборачивается бумагой и обвязывается шпагатом. На бумагу наклеивается этикетка СИ-85 и "ВЕРХ", упаковка не вскрывается до применения или переносервации.

И5.11. При длительном хранении в неотапливаемом хранилище осциллограф, упакованный как указано в п. И5.10, может храниться в транспортной таре.

16. ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ

16.1. Тара, упаковка и маркирование упаковок.

Осциллограф, комплект запасных частей и принадлежностей, эксплуатационная документация, упакованная в полиэтиленовый чехол, помещаются в деревянный укладочный ящик. Туда же помещаются мешочки с силикагелем. Ящик пломбируется. Затем ящик, упакованный в заваранный полиэтиленовый чехол, оборачивается бумагой, обвязывается шпагатом и, с наклеенной этикеткой, укладывается в тарный ящик. Свободное пространство тарного ящика заполняется подушками из картона.

После закрепления крышки ящик стягивается стальной лентой и пломбируется.

На стенках тарного ящика маркировочной краской наносятся манипуляционные знаки, основные, дополнительные и информационные надписи, а также условное обозначение осциллографа СИ-65.

16.2. Условия транспортирования

Транспортирование упакованных в тарные ящики осциллографов производится любым видом транспорта при условии защиты от прямого воздействия атмосферных осадков и пыли в условиях, не превышающих предельных:

температура воздуха от минус 50 до 60 °С;

относительная влажность воздуха до 95 % при температуре 30 °С.

При транспортировании самолетом осциллографы должны быть размещены в герметизированных отсеках.

Расстановка и крепление тарных ящиков с осциллографами должны обеспечивать устойчивое положение при следовании в пути, отсутствие смещения и ударов друг о друга. Не допускается кантование ящиков.

СИГНАЛЫ НА КОНТАКТАХ РАЗЪЕМА
ВЫХОД НА ЦПУ

Информация с разъема ВЫХОД НА ЦПУ выводится в двоично-десятичном коде 8-4-2-1 в виде потенциальных сигналов.

Выходной кодовый сигнал, соответствующий логическому "0", имеет уровень напряжения не более 0,4 В, логической "1" - не менее 2,4 В при значении сопротивления нагрузки 10 кΩ.

Кодирование режима измерения соответствует табл. I.

Таблица 1

Режим работы цифрового измерителя	Символ печатающего устройства	Логические уровни на контактах разъема Выход на ЦУ			
		19	20	21	22
Измерение амплитуды $U_1 - U_2, U$	U	1	0	1	0
Измерение временного интервала T	T	0	0	1	0

Кодирование пределов измерений соответствует табл. 2

Таблица 2

Масштабные коэффициенты, ДБА	Десятичный множитель	Степень	Логические уровни на контактах разъема Выход на ЦУ								
			10	11	12	13	14	15	16	17	18
5 mV 10 mV 20 mV	10^{-1}	-1	1	0	1	1	1	0	0	0	0
50 mV 100 mV 200 mV	10^0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0
0,5 V 1 V 2 V	10^{+1}	+1	1	1	0	1	1	0	0	0	0
50 ns 100 ns	10^{-6}	-6	1	0	1	1	0	1	1	0	0

Продолжение табл.3

Цифре печатающего устройства	Логические уровни на контактах разъема ВЫХОД НА ЦПУ											
	1-я декада				2-я декада				3-я декада			
	8	4	2	1	8	4	2	1	8	4	2	1
Номер контакта	30	29	28	27	34	33	32	31	38	37	36	35
1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1
2	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0
3	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1
4	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0
5	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
6	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0
7	0	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1
8	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0
9	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1

На контакты 3, 5 разъема ВЫХОД НА ЦПУ введена команда ЦПУ "Запись".

Логические уровни на остальных контактах разъема соответствуют табл.4.

Таблица 4

Номер контакта	Назначение сигнала	Логический уровень
1	Общая шина	0
2	Уровень логической контрольной	1
4	"Запрет-разрешение"	1
6	"Символ порядка"	0
7	"Символ порядка"	1
8	"Символ порядка"	0

Продолжение табл. 4

Номер контакта	Назначение сигнала	Логический уровень
9	"Символ порядка"	I
23	Знак мантисы	0
24	Знак мантисы	0
25	Знак мантисы	0
26	Знак мантисы	I
39	Уровень логической "1"	I
40	Уровень логической "1"	I
41	Уровень логической "1"	I
42	Уровень логической "1"	I
43-50	Не задействованы	-

ПРИЛОЖЕНИЕ 2
ТАБЛИЦЫ НАПРЯЖЕНИЙ НА ЭЛЕКТРОДАХ ТРАНЗИСТОРОВ

Таблица I

Предварительный усилитель вертикального отклонения

Позиционное обозначение	Напряжение, V			Примечание
	коллектора С	эмиттера E	базы B	
V1	15,00	6,00	6,80	
V2	-12,00	-6,00	-6,80	
V3	2,40	-0,70	0	
V4	2,40	-0,70	0	
V11	9,30	5,50	3,10	
V12	9,30	5,50	3,10	
V8	9,30	6,00	6,70	
V9	9,30	6,00	6,70	
V13	2,40	-0,70	0	
V14	2,40	-0,70	0	
V16	5,70	10,00	9,30	
V17	5,70	10,00	9,30	
V20	9,30	5,50	3,10	
V21	9,30	5,50	3,10	
V18	9,30	6,00	6,70	
V19	9,30	6,00	6,70	
V23	5,70	10,00	9,30	
V24	5,70	10,00	9,30	
V25	0,95	4,95	4,20	
V26	0,95	4,95	4,20	
V27	5,00	0,20	0,95	
V28	5,00	0,20	0,95	

Продолжение табл. I

Правильное обозначение	Напряжение, V			Примечание
	коллектора С	эмиттера Е	базы В	
V29	2,00	-0,55	0,20	
V30	2,00	-0,55	0,20	
V31	0,95	4,95	4,20	
V32	0,95	4,95	4,20	
V33	5,60	3,70	4,40	
V34	5,60	3,70	4,40	
V35	5,60	3,50	3,00	
V36	5,60	3,50	3,00	
V37	5,00	0,20	0,95	
V38	5,00	0,20	0,95	
V39	2,00	-0,55	0,20	
V40	2,00	-0,55	0,20	
V42	0,40	5,25	4,50	
V43	0,40	5,25	4,50	
V44	5,30	8,50	7,70	
V45	5,60	3,70	4,40	
V46	5,60	3,70	4,40	
V47	5,50	3,50	3,00	
V48	5,60	3,50	3,00	
V50	0,40	0	0,90	
V52	0,40	0	0,90	
V54	4,70	9,60	8,90	
V55	0	9,60	8,90	
V56	1,50	4,70	4,00	
V58	0,40	0	0,90	

Продолжение табл. I

Позиционное обозначение	Напряжение, V			Примечание
	коллектора C	эмиттера E	базы B	
V59	9,00	0	0	
V60	9,00	0,70	1,50	

Таблица 2
Выходной усилитель вертикального отклонения

Позиционное обозначение	Напряжение, V			Примечание
	коллектора С	эмиттера Е	базы В	
V1	7,4	-0,35	0,4	
V2	7,4	-0,35	0,4	
V3	14,0	7,40	8,1	
V4	14,0	7,40	8,1	
V5	0,4	0	0,9	
V6	25,7	13,20	14,0	
V7	25,7	13,20	14,0	
V8	32,3	25,70	26,5	
V9	32,3	25,70	26,5	
VI5	14,0	5,50	6,3	
VI6	14,0	5,50	6,3	
VI7	26,0	14,00	14,9	
VI8	26,0	14,0	14,9	

Таблица 3
Усилитель горизонтального отклонения

Позиционное обозначение	Напряжение, V*			Примечание
	коллектора С	эмиттера Е	базы В	
V2	-3,5	-8,7	-8,0	
V3	0,7	0,7	0	
A1.1	1,5	-4,2	-3,5	
A1.2	1,5	-4,2	-3,5	
A2.1	-8,0	-10,7	-10,0	
A2.2	0	-10,7	-11,0	

Продолжение табл.3

Позиционное обозначение	Напряжение, V			Примечание
	коллектора С	эмиттера Е	базы В	
A3.1	1,5	0	-2,8	
A3.2	1,5	0	-3,5	
V4	-2,8	-8,7	-8,0	
V5	-11,0	0,7	1,4	
V8	7,5	0,7	1,4	
V9	0	2,1	1,4	
VI0	0	2,1	1,4	
VII	7,5	0,7	1,4	
VI2	45,0	0	0,7	
VI3	45,0	70,7	70,0	
VI4	70,7	95,7	95,0	
VI5	70,7	95,7	95,0	
VI6	45,0	70,7	70,0	
VI7	45,0	0	0,7	

Таблица 4

Усилитель импульсов подсвета

Позиционное обозначение	Напряжение, V			Примечание
	коллектора С	эмиттера Е	базы В	
V9	15,0	1,0	0	Выводы 1, 2, 3
V9	0	-6,0	-7,0	Выводы 4, 5, 6
VII	-5,0	-0,7	0	
VI2	5,0	-0,7	0	

Продолжение табл. 4

Позиционное обозначение	Напряжение, V			Примечание
	коллекторы С	эмиттеры Е	базы В	
V I6	1,4	-0,7	0	
V I7	1,4	-0,7	0	
AI	-0,7	0,7	1,4	Выводы 10, 11, 12
AI	-0,7	0,7	1,4	Выводы 7, 8, 9
AI	0	0,7	0	Выводы 12, 13, 14
AI	0	0,7	0	Выводы 1, 2, 3
V I8	0	2,1	1,4	
V I9	5,0	0,7	1,4	
V 21	25,7	93,2	92,5	
V 22	40,0	25,7	25,0	
V 23	40,0	0	0,7	
V 24	-9,5	-6,3	-7,0	
V 25	25,0	-10,2	-9,5	

Таблица 5

Блок управления

Позиционное обозначение	Напряжение, V			Примечание
	коллекторы С	эмиттера Е	базы В	
V3	5,0	2,3	3,0	
V4	-6,0	1,8	2,5	
V5	5,0 (сток)	1,5 (исток)	0,5 (затвор)	

Продолжение табл. 5

Позиционное обозначение	Напряжение, V			Примечание
	коллектора С	эмиттера Е	базы В	
V10	5,0	0,8	1,5	
V11	5,0	0,8	1,5	
V16	2,5	0	0,4	
V18	0	-5,0	-4,6	
V19	0	5,0	4,6	
V24	0	5,0	6,0	
V25	4,7	5,0	4,2	

Таблица 6

Устройство цифровой обработки сигнала

Позиционное обозначение	Напряжение, V			Примечание
	коллектора С	эмиттера Е	базы В	
A1	2,0	4,2	5,0	Выводы 1, 2, 3
A1	0	1,2	2,0	Выводы 4, 5, 6
A1	2,0	4,2	5,0	Выводы 7, 8, 9
A1	0	1,8	2,5	Выводы 12, 13, 14
A2	5,0	1,8	2,5	Выводы 1, 2, 3

Продолжение табл.6

Позиционное обозначение	Напряжение, V			Примечание
	коллектора С	эмиттера Е	базы В	
A2	2,0	-0,7	0	Выводы 4,5,6
A2	2,0	-0,7	0	Выводы 7,8,9
A2	5,0	1,2	2	Выводы 10,11,12

Таблица 7

Блок синхронизации

Позицион- ное обоз- начение	Напряжение, V			Примечание
	коллектора С	эмиттера Е	базы В	
V1	15,0(сток)	-1,80(исток)	-3,00 (затвор)	
V5	5,0(сток)	1,10(исток)	0(затвор)	
V6	5,0(сток)	0,50(исток)	0(затвор)	Выводы 1, 2, 3
V6	0,4(сток)	-11,50(исток)	-12,00 (затвор)	Выводы 4, 5, 6
V7	5,0(сток)	1,10(исток)	0(затвор)	
V8	0,4(сток)	-11,50(исток)	-12,00 (затвор)	Выводы 1, 2, 3
V8	5,0(сток)	0,50(исток)	0(затвор)	Выводы 4, 5, 6
V11	5,0	-0,40	0,40	
V12	5,0	-0,40	0,40	
V13	0	-1,30	-0,50	
V14	-5,0	0,30	-0,40	
V15	0	-1,30	-0,50	
V25	15,0(сток)	0,70(исток)	0,20 (затвор)	Выводы 1, 2, 3
V25	-4,30(сток)	-11,50(исток)	-1,20 (затвор)	Выводы 4, 5, 6
V26	-5,00	-1,80	-2,50	
V27	0,65	-0,90	-1,75	
V28	5,00(сток)	-1,75(исток)	-1,25 (затвор)	Выводы 1, 2, 3
V28	-1,75(сток)	-11,50(исток)	-12,00 (затвор)	Выводы 4, 5, 6

Продолжение табл.7

Позицион- ное обоз- начение	Напряжение, V			Примечание
	коллектора С	эмиттера Е	базы В	
V30	0,65	-1,60	-1,75	
V31	5,0	-1,60	-0,9	
V32	-1,3	-1,75	-0,9	
А1.1	-3,0	-5,70	-5,0	Выводы 2,3,4
А1.2	1,3	-0,70	0	Выводы 6,7,8
А2	5,0	2,30	3,0	Выводы 10,11,12
А2	5,0	-0,70	0	Выводы 7,8,9
А2	5,0	-0,70	0	Выводы 4,5,6
А2	5,0	-0,70	0	Выводы 1,2,3
А3	5,0	-4,00	-3,3	Выводы 2,3,4
А3	-5,2	-5,70	-5,0	Выводы 6,7,8
А4	0,1	0	-3,3	Выводы 2,3,4
А4	0,1	0	-3,3	Выводы 6,7,8
А5	0,1	0	0,7	Выводы 2,3,4
А5	-2,5	-8,70	-8,0	Выводы 6,7,8

Таблица 8

Блок генераторов

Позиционное обозначение	Напряжение, V			Примечание
	коллектора С	эмиттера Е	базы В	
V1	1,9	0	-0,7	
V2	1,2	0	-0,7	
V3	1,9	10,3	9,8	
V4	1,2	10,3	9,8	

Продолжение табл. 8

Позиционное обозначение	Напряжение, В			Примечание
	коллектора С	эмиттера Е	базы В	
V5	15,0	9,9	10,6	
V6	15,0	9,9	10,6	
V9	1,9(сток)	-11,5(исток)	-12,0	Выводы 1,2,3
			(затвор)	
V9	15,0(сток)	2,4(исток)	1,9	Выводы 4,5,6
			(затвор)	
V10	15,0(сток)	2,3(исток)	1,8	Выводы 1,2,3
			(затвор)	
V10	1,8(сток)	-11,5(исток)	-12,0	Выводы 4,5,6
			(затвор)	
V11	15,0	1,25	1,90	
V12	15,0	1,15	1,80	
V14	-6,4	2,60	1,90	
V15	-6,4	2,50	1,80	
V20	-6,4	1,25	0,55	
V21	1,9	9,70	9,00	
V23	0	9,70	10,00	
V24	0	9,70	10,00	
V28	10	0	0,10	
V29	10	0	0,10	
V30	9	0	3,00	
A1	0,1	0	-3,30	Выводы 2,3,4
A1	0,1	0	-3,30	Выводы 6,7,8
A2	0,1	0	-3,30	Выводы 2,3,4
A2	0,1	0	-3,30	Выводы 6,7,8
A3	0,3	0	0,70	Выводы 2,3,4

Продолжение табл.8

Позиционное обозначение	Напряжение, V			Примечание
	коллектора С	эмиттера Е	базы В	
A3	0,3	0	0,70	Выводы 6,7,8
A4	0,3	0	0,30	Выводы 2,3,4
A4	0,3	0	0,70	Выводы 6,7,8

Таблица 9

Позиционное обозначение	Напряжение, V			Примечание
	коллектора С	эмиттера Е	базы В	

Плата печатная ПЗ (рис.13 ТО1)

V1	10,0	0,2	0	
V2	10,0	1,5	0	Относительно эмиттера 9
V6	305,0	300,0	300,0	То же
V11	305,0	300,0	300,0	"
V12	12,0	0,8	0	"
V14	4,3	0	3,3	"
A1	-11,6	12,0	0,10	Относительно эмиттера 9 Выводы 1,7,10 соответственно
V58	19,0	15,3	16,00	Относительно корпуса БВЗ
A2	17,0	19,0	0	Относительно корпуса СВЗ Выводы 2,4,8 соответственно

Продолжение табл. 9

Позицион- ное обозначе- ние	Напряжение,			Примечание
	коллектора (С)	эмиттера (Е)	базы (В)	
Плата печатная П4 (рис. 13 ТО1)				
A2	24,0	16,0	19,00	Относительно корпуса ББЭ Выводы 12, 13, 16 соответственно
V2	0	-12,0	-11,2	Относительно корпуса ББЭ
V3	-11,2	0	0,8	То же
A1	-12,0	12,0	2,7	Выводы 1, 7, 5 соответственно Напряжение на выводе 9 - 0,7
Плата печатная П5 (рис. 13 ТО1)				
VI	2	0	0,75	Относительно кор- пуса ББЭ

Примечания: I. Напряжения измерены относительно
корпуса осциллографа вольт-
метром Б7-27, при этом органы
управления осциллографа находят-
ся в следующих положениях:
переключатель "А, → →, А+Б, ...,
Б" - в положении А+Б;

переключатель СИМНР. - в положении НОРМ.;

ручки "←→",   - в среднем положении;

кнопка "ХЮ" не нажата;

переключатель "I, I и II, ⊕ X,

→ →, II" - в положении "I";

ручка "⊙" - в среднем положении;

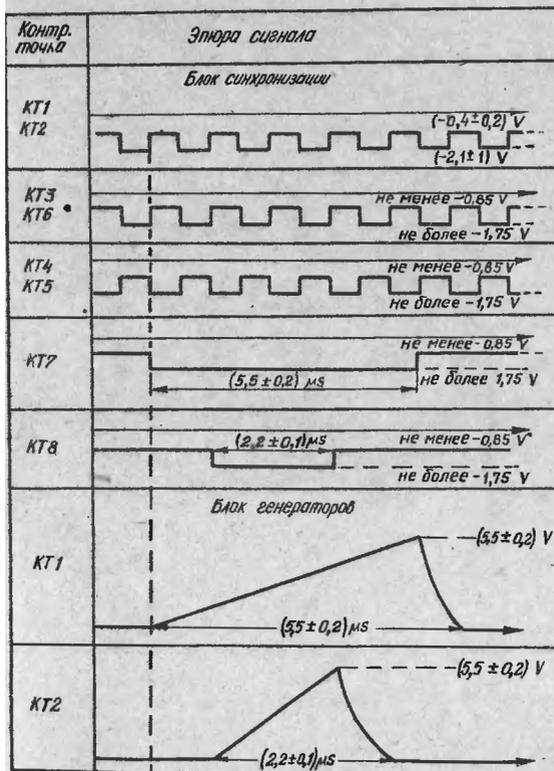
переключатель "T, U₁ - U₂, U₄"

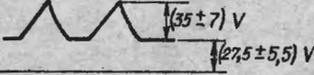
- в положении "T".

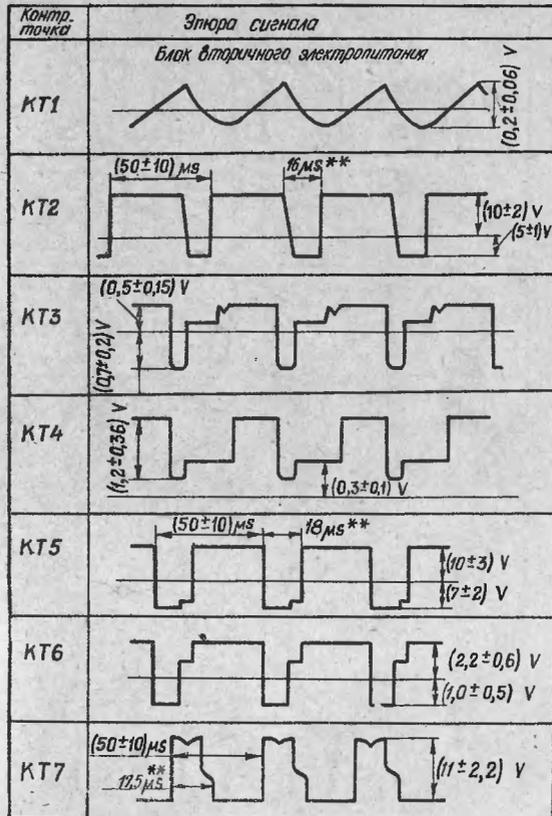
Остальные органы управления находятся в произвольном положении.

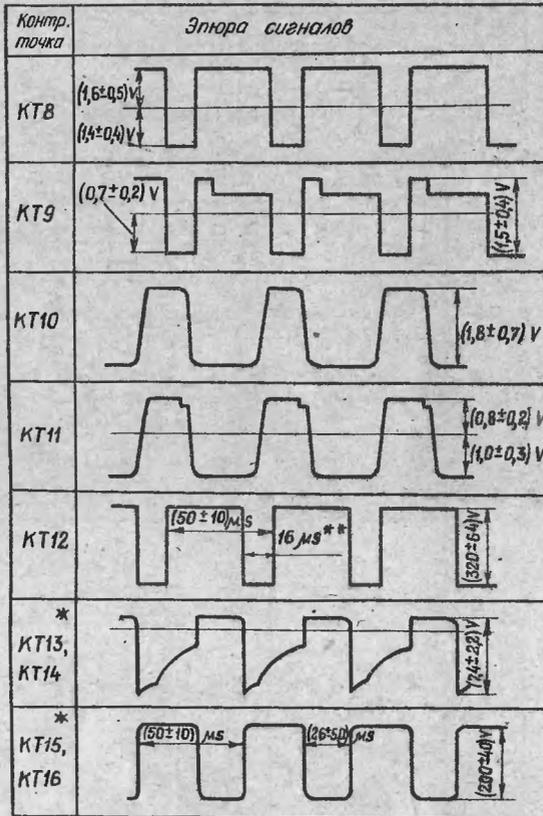
2. Фактические значения напряжений могут отличаться от указанных на $\pm 30\%$.

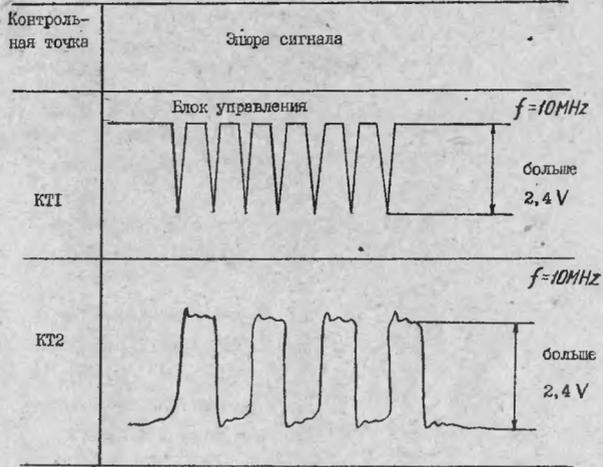
КАРТЫ ИМПУЛЬСНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ



Контр. точка	Эпюра сигнала
КТ1	<p data-bbox="434 564 740 587"><i>Усилитель горизонтального отклонения</i></p> 
КТ2	
Х3	<p data-bbox="479 916 792 938"><i>Преобразователь стробоскопический</i></p> 







Примечание. Эшоры сигналов в контрольных точках получены в следующих положениях органов управления:

1) в блоке синхронизации и блоке генераторов:

переключатель "I, I и II, \odot X, \rightarrow II" - в положении "I и II";

кнопки ВВУТР, ВНЕШ. - в положении ВНЕШ.;

переключатель АВТ. ЭДУЩ. основной развертки - в положении АВТ.;

переключатель АВТ. ЭДУЩ. задержанной развертки - в положении ЭДУЩ.;

переключатель ВРЕМЯ/ДЕЛ. основной развертки - в положении 0,5 мс;

переключатель ВРЕМЯ/ДЕЛ. задержанной развертки - в положении "0,2 мс";

ручка ЗАДЕРЖ. - в положении 3,5 деления.

При этом на входы " \odot Л и \odot ХЛ"

подается испытательный сигнал в виде меандра частотой 1 кГц размахом 5 В;

2) в усилителе горизонтального отклонения:

переключатель "I, I и II, \odot X,

$\rightarrow \rightarrow$, II" - в положении "I";

кнопка АВТ. ЭДУЦ. основной развертки - в положении АВТ.;

ручки " \leftarrow ", " \square " и " ∇ "

- в среднем положении;

кнопка "XIO" не нажата;

3) в преобразователе стробоскопическом:

переключатель "A, $\rightarrow \rightarrow$

A, Б, ... Б" - в положении "Б";

переключатель "T, $U_1 - U_2$, Ц"

положении "T";

кнопка АВТ. ЭДУЦ. основной развертки - в положении АВТ.;

4) в блоке управления:

переключатель "I, I и II, \odot X,

$\rightarrow \rightarrow$, II" - в положении "I";

переключатель "T, $U_1 - U_2$, U_1 " -

в положении "T";

кнопка АВТ. ЭДУЦ. основной развертки - в положении ЭДУЦ.:

Остальные органы управления находятся в произвольном положении.

Эпирн БВЭ сняты относительно эмиттера V9, кроме эпирн, обозначенных *, которые сняты относительно эмиттера V 28. При снятии эпирн блока питания подача питающего напряжения на БВЭ должна осуществляться через развязывающий трансформатор

тор, мощностью не менее 250 В·А и коэффициентом трансформации, равным единице;

5) При снятии эпюр использован осциллограф С1-65А с делителем 1:10.

ДАННЫЕ МОТОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ

Таблица I

Трансформатор 4.770.020
Сердечник МЭООНМІ-І4 Ш7х7

Схема	Номер обмотки	Номер вывода	Напряжение,		Ток, А, не более		Марка и диаметр провода, мм	Количество витков	Примечание	
			$U_{хх}$	$U_{нагр.}$	$I_{хх}$	$I_{нагр.}$				
	I	4-2	436	420	-	-	ПЭТВ-2 0,07	2100 отвод		
		4-10	1420	1400	-	0,006				от 650
		8-7	100	100	0,09	0,100				
	II	7-6	100	100	-	-	ПЭТВ-2 0,2	150х2		

Таблица 2

Трансформатор 4.720.051
Сердечник М2000НМ1-17 К10х6х4,5

Схема	Номер обмотки	Номер вывода	Напряжение, U		Ток, А		Марка и диаметр провода, мм.	Количество витков	Примечание
			U _{хх}	U нагр.	I _{хх} , не более	I нагр.			
	I	I-2	6,00	13,00	0,07	не более 0,09	ПЭТВ-939 0,16	28	
	IIa	5-6	3,64	7,95	-	0,10	ПЭТВ-939 0,2	17	Мотать в 2 провода
	IIб	6-7	3,64	7,95	-	0,10	ПЭТВ-939 0,2	17	

214

Таблица 3

Трансформатор Тг4.770.021
Сердечник М2000НМ1-14 Ш12х15

Схема	Номер обмотки	Номер вывода	Напряжение, V		Ток, А		Марка и диаметр провода, мм.	Количество витков	Примечание
			U _{хх}	U нагр.	I _{хх} , не более	I нагр.			
	I	I-2	100,0	100,0	0,09	не более 0,800	ПЭТВ-2 0,56	44	Мотать в 2 провода
	II	2-7	100,0	100,0	-	0,800	ПЭТВ-2	6	
	III	4-9	13,5	13,0	-	0,250	ПЭТВ-2	3	"
	IV	6-12	22,7	22,0	-	0,860	0,56	10	
	V	15-16	45,5	44,5	-	0,200	0,315	20	"
	VI	20-30	17,0	16,5	-	0,750	0,56	7,5	
	VII	21-22	27,3	26,5	-	0,030	0,125	12	"
	VIII	17-18	105,0	102,0	-	0,080	0,2	46	
	IX	18-24	105,0	102,0	-	0,080	0,2	46	

215

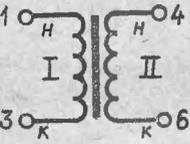
Продолжение табл.3

Схема	Номер обмотки	Номер вывода	Напряжение, V		Ток, A		Марка и диаметр провода	Количество витков	Примечание
			U_{xx}	U нагр.	I_{xx} не более	I нагр.			
IX		24-25	280,0	276,0	-	0,002	0,071	I23	
		25-26	380,0	370,0	-	0,002		I64	
X		17-26	870,0	860,0	-	-	0,355	3	
		27-28	6,8	6,5	-	0,3			

216

Таблица 4

Дроссель 4.777.067
Сердечник M2000 HMI-17 K28x16x9

Схема	Номер обмотки	Номер вывода	Индуктивность без подмагничивания не менее	Ток подмагничивания, A	Переменная составляющая,	Частота,	Марка и диаметр провода,	Количество витков	Примечание
	I	1-3	0,8	1,0	2	40	ПЭТВ-939 0,64	24	
	II	4-6	0,8	1,0	2	40	ПЭТВ-939 0,64	24	

217

Дроссель 4.777.071

Таблица 5

Чашка МЭООНП-16 2836

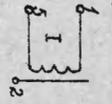
Схема	Номер обмотки	Номера выводов	Индуктивность без подмагничивания, mH , не менее	Ток подмагничивания, А	Переменная составляющая, В	Частота, KHz	Марка и диаметр провода, mm	Количество витков	Примечание
	I	I-5	II	0,86	400	40	ЦЭП-2	180,5	

Таблица 6

Дроссель 4.777.072

Чашка МЭООНП-16 2822

Схема	Номер обмотки	Номера выводов	Индуктивность без подмагничивания, mH , не менее	Ток подмагничивания, А	Переменная составляющая, В	Частота, KHz	Марка и диаметр провода, mm	Количество витков	Примечание
	I	I-5	0,23	1,1	22	40	ЦЭП-2	44,5	

ПРИЛОЖЕНИЕ 5

ПЕРЕЧЕНЬ ЭЛЕМЕНТОВ ОСЦИЛЛОГРАФА, ТРЕБУЮЩИХ ПОДБОРА

Тип элемента	Куда входит	Позиционное обозначение
2П312А	Устройство усилительное (рис.3 ТОГ)	V 1, V 2
2Т372Б	То же	V 5, V 7

МЕТОДИКА ПОДБОРА

1. Транзисторы 2П312А подбираются в пары по крутизне вольт-амперной характеристики S и по начальному току стока I_c . Неидентичность указанных параметров для пары транзисторов должна быть не более $\pm 3\%$. Измерение параметров проводится с помощью прибора для измерения параметров транзисторов Л2-36. Крутизна вольт-амперной характеристики измеряется при следующих условиях:

$$I_c = 5 \text{ mA};$$

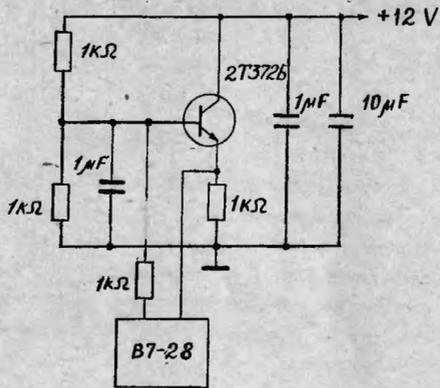
$$U_{em} = 5 \text{ V};$$

$$f = 100 \text{ MHz}$$

Начальный ток стока измеряется при напряжении $U_{em} = 5 \text{ V}$

2. Транзисторы 2Т372Б подбираются в пары по напряжению на переходе эмиттер-база. Неидентичность указанного параметра для пары транзисторов должна быть не более $\pm 3\%$. Для измерения используется следующая схема.

Схема измерения напряжения на переходе.
эмиттер-база



ПРИЛОЖЕНИЕ 6

КАРТА НАПРЯЖЕНИЙ НА ЭЛЕКТРОДАХ ЭЛТ

Номер вывода	1	2	3	4	5	6
Напряжение, V	6,3	минус 2500	минус (120-60)	минус (1050-850)	минус (700-500)	100-300

Продолжение

Номер вывода	7	8	9	10	11	12
Напряжение, V	0-40	минус 100-100	1500	минус 100-100	минус 100-200	минус (600-400)

номер вывода	I3	I4	I5	I6	I7
Напряжение, V	минус 2000	-	6,3	минус (1050-850)	0-200

Примечания: 1. Постоянные напряжения измерены вольтметрами типа С50 с соответствующими пределами измерения.

2. Напряжение ЭЛТ $\sim 6,3$ V измерено между выводами I и I5 вольтметром типа В3-38. Перед измерением необходимо отключить питание минус 2,65 kV, поступающее с высоковольтного выпрямителя, путем разъединения соответствующего разъема.
3. Напряжения на электродах указаны:
на модуляторе - относительно катода;
на ускоряющем электроде - относительно корпуса;
постоянные напряжения на остальных электродах - относительно ускоряющего электрода.
4. Напряжения в осциллографе не должны отличаться от указанных значений более чем на ± 20 %.
5. Напряжение послеускоряющего электрода +12,5 kV
6. Выводы I6 и I7 расположены на баллоне ЭЛТ

222

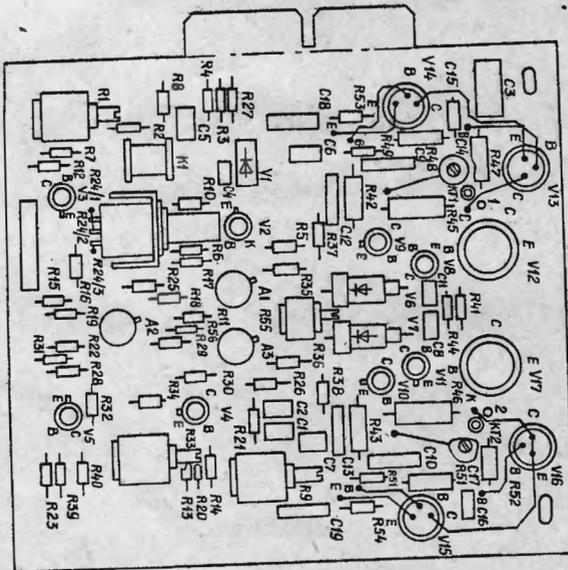


Рис. 1

Схема расположения элементов
Усилитель горизонтального отклонения

223

ПРИЛОЖЕНИЕ 7.

Предварительный усилитель вертикального отклонения

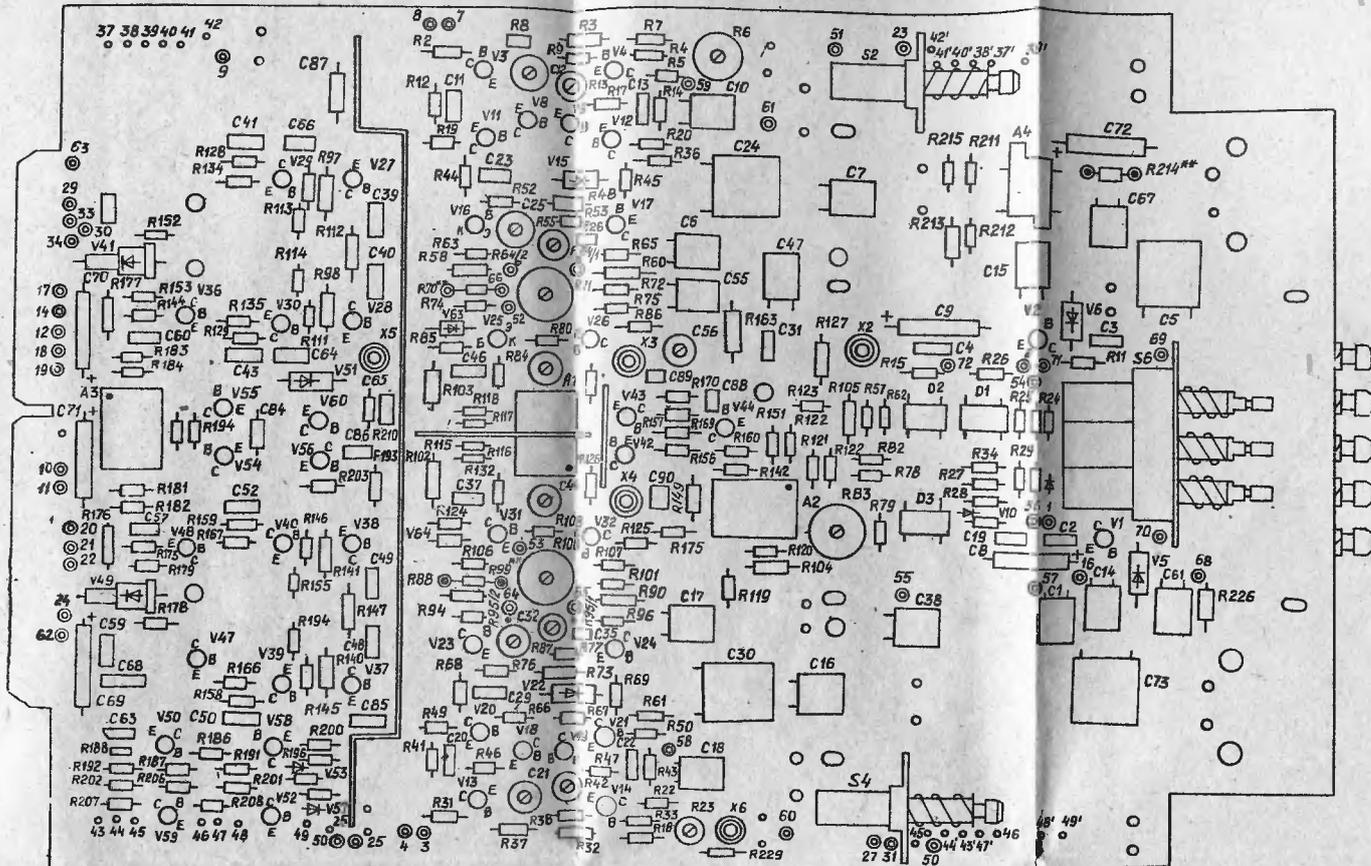


Рис. 2

Предварительный усилитель вертикального
отклонения

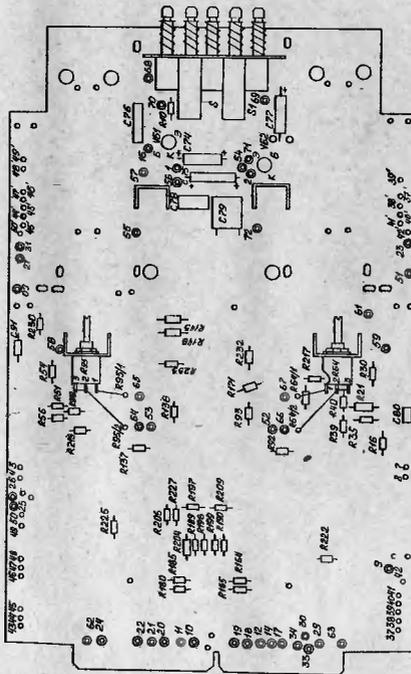


Рис.3

Выходной усилитель вертикального отклонения

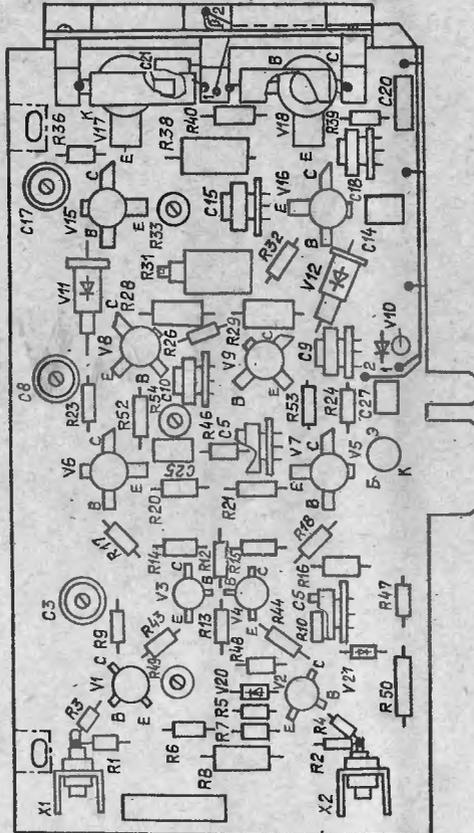
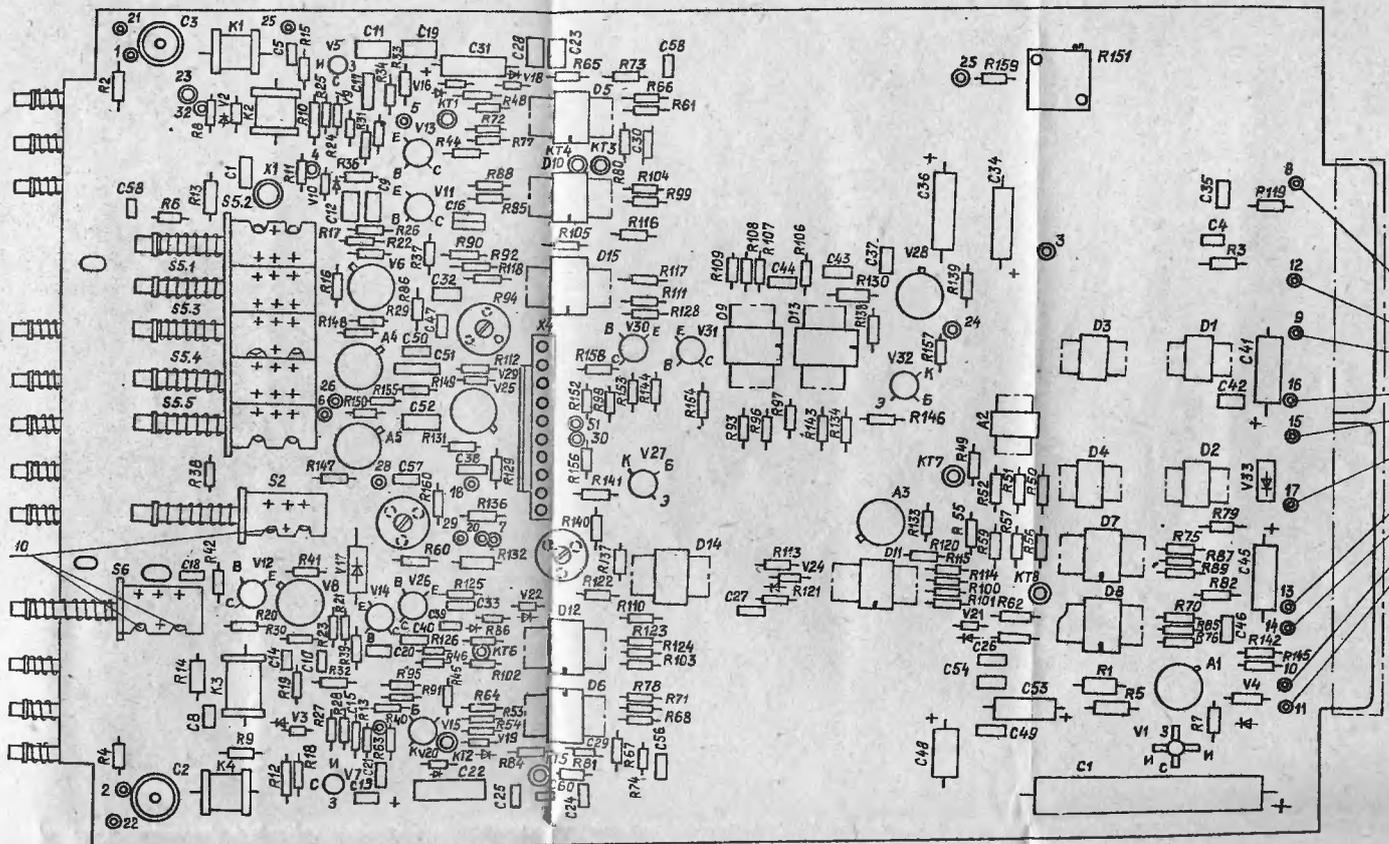


Рис. 4

Блок синхронизации



Усилитель импульсов подсвета

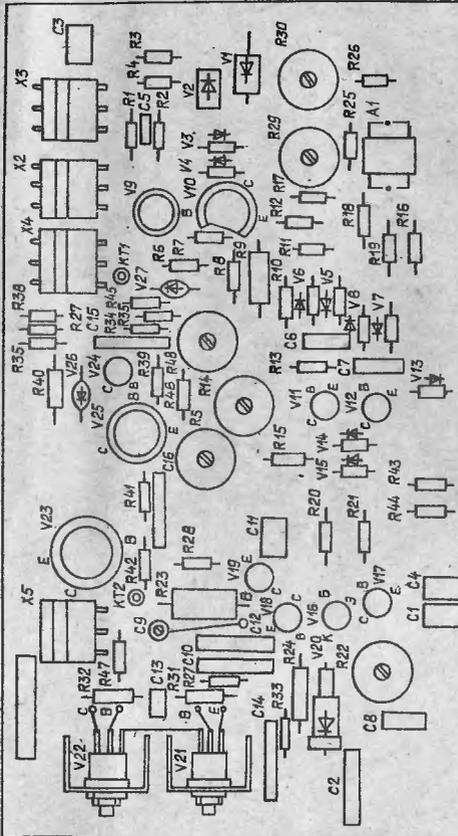


Рис. 7

Преобразователь стробоскопический

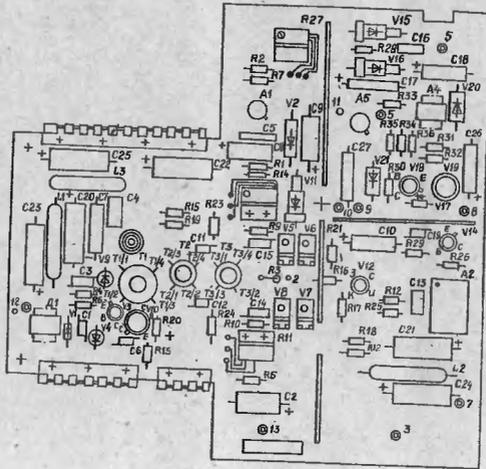


Рис.8

Устройство цифровой обмотки сигнала

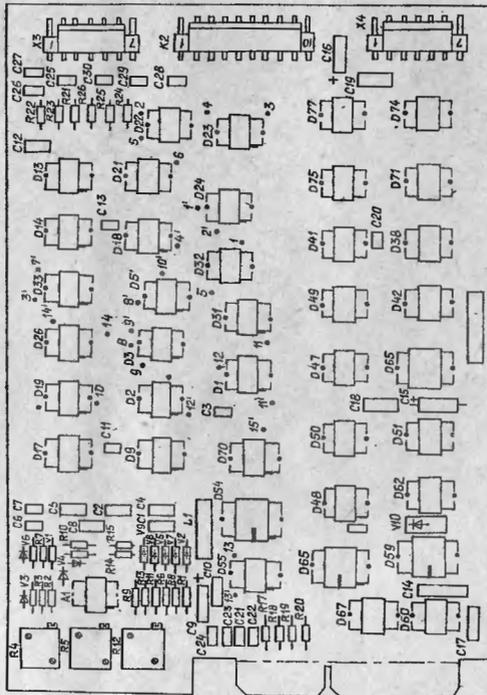


Рис. 9

Блок управления

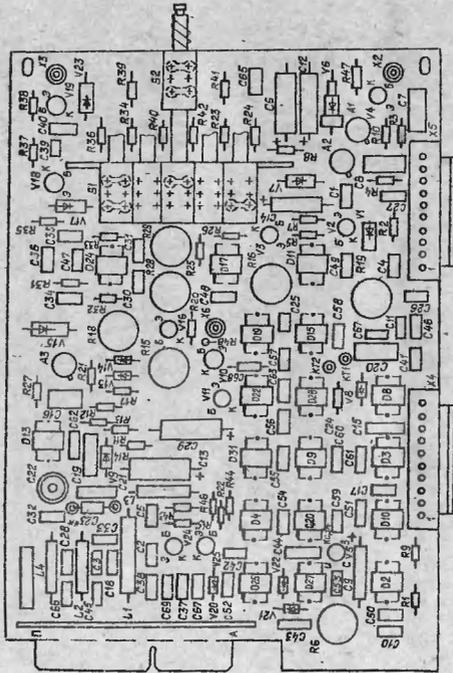


Рис. 10

Блок вторичного электропитания (плата ПЗ)

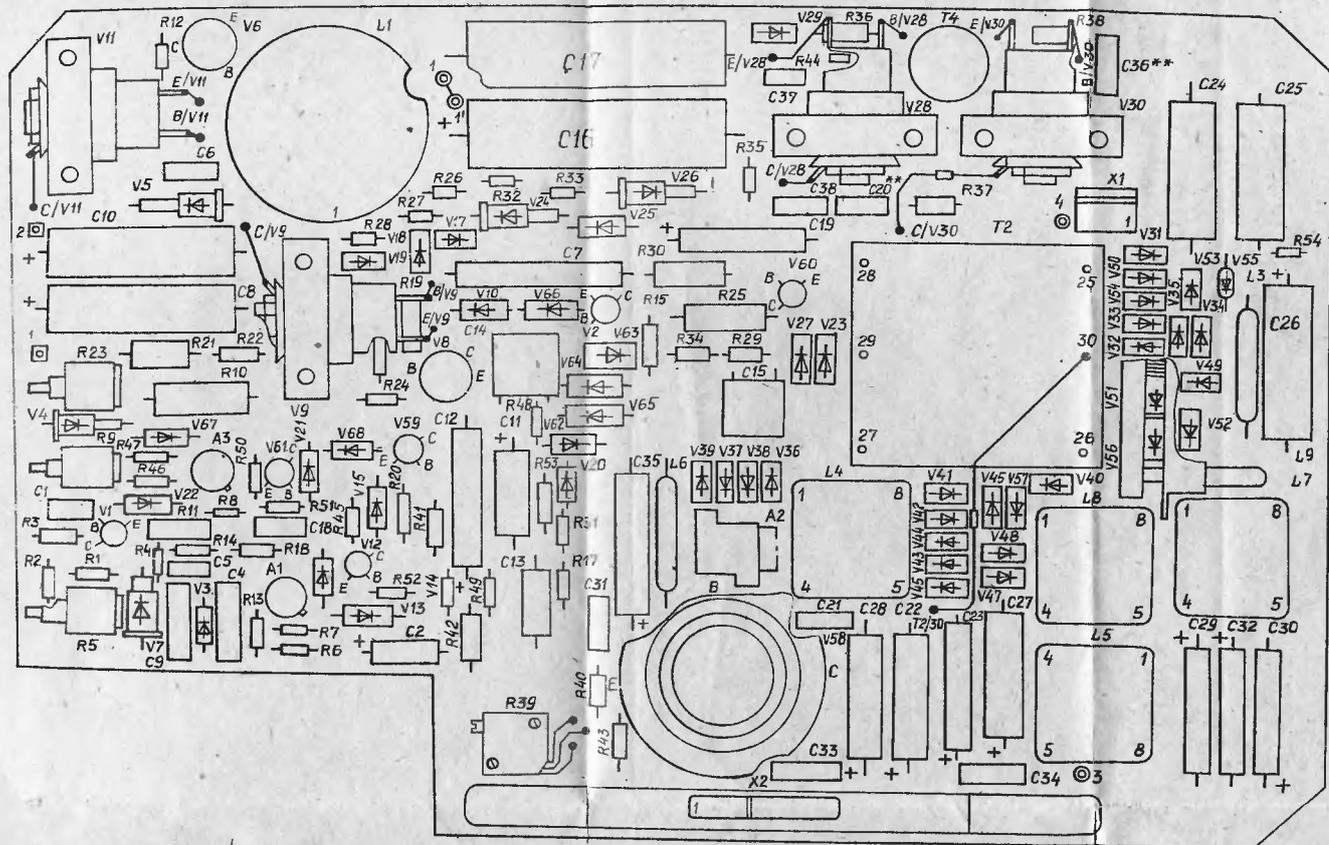


Рис. II