

C9-7

**ОСЦИЛЛОГРАФ
АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ**

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

1989

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
Часть I	
1. Введение	7
2. Назначение	9
3. Технические данные	10
4. Состав осциллографа	13
5. Устройство и работа осциллографа	15
5.1. Принцип действия	15
5.2. Конструкция осциллографа	17
6. Устройство и работа составных частей осциллографа	19
6.1. Тракт вертикального отклонения с автоматической установкой вертикального размера изображения	19
6.2. Тракт горизонтального отклонения с автоматической установкой горизонтально- го размера изображения	29
6.3. Блок цифровых измерений	39
6.4. Электронно-лучевой индикатор и схема управления ЭЛТ	50
6.5. Блок вторичного электропитания	52
7. Маркирование и пломбирование	56
8. Общие указания по эксплуатации	57
8.1. Приведение осциллографа в состояние готовности к эксплуатации	57
8.2. Особенности эксплуатации	57
9. Указания мер безопасности	58
10. Подготовка к работе	59

	Стр.
10.1. Расположение органов управления и их назначение	59
10.2. Установка осциллографа на рабочем месте	61
11. Порядок работы	63
11.1. Включение осциллографа	63
11.2. Подготовка к проведению измерений	63
11.3. Проведение измерений	65
12. Указания по устранению неисправностей	68
12.1. Общие указания	68
12.2. Меры безопасности при ремонте осциллографа	69
12.3. Порядок разборки осциллографа	69
12.4. Возможные неисправности и методы их устранения	69
13. Техническое обслуживание	76
14. Поверка осциллографа	76
14.1. Операции и средства поверки	76
14.2. Условия поверки и подготовка к ней	80
14.3. Проведение поверки	81
14.4. Оформление результатов поверки	92
15. Правила хранения	92
16. Транспортирование	95
ПРИЛОЖЕНИЕ 1. Карты напряжений в контрольных точках схемы	96
ПРИЛОЖЕНИЕ 2. Намоточные данные трансформатора	105
ПРИЛОЖЕНИЕ 3. Карта напряжений на электродах ЭЛТ.....	108
ПРИЛОЖЕНИЕ 4. Схемы маркировочные	109

Стр.

**Часть II. Техническое описание и инструкция
по эксплуатации.
Альбом схем**

ВНИМАНИЕ!

При поставке осциллографов в страны с тропическим климатом поставщик гарантирует их нормальную работу при условии хранения и эксплуатации осциллографов в помещениях с кондиционированным воздухом.

1. ВВЕДЕНИЕ

1.1. Техническое описание и инструкция по эксплуатации (ТО) предназначены для руководства при эксплуатации осциллографа автоматизированного С9-7.

1.2. ТО содержит сведения о технических характеристиках и устройстве осциллографа и его составных частей, указания по работе с осциллографом, по нахождению неисправностей и их устранению, по регулированию и проверке осциллографа.

ТО состоит из двух частей. В части I содержится техническое описание и инструкция по эксплуатации. Схемы электрические принципиальные и перечни элементов к ним приведены в части II.

Внешний вид осциллографа приведен на рис. I.

Осциллограф автоматизированный
С9-7
Внешний вид

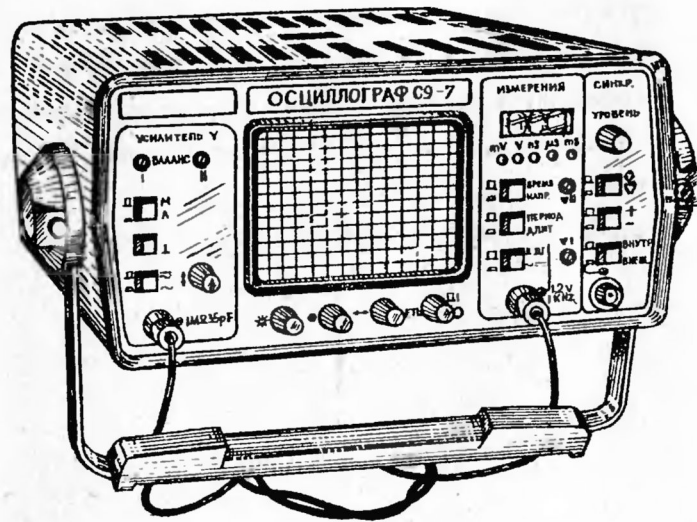


Рис. I

2. НАЗНАЧЕНИЕ

2.1. Осциллограф автоматизированный С9-7 предназначен для исследования периодических электрических сигналов в диапазоне частот 20 Hz - 10 MHz путем визуального наблюдения и измерения их амплитудных и временных параметров в цифровой форме.

Осциллограф обеспечивает автоматическую установку размеров изображения сигнала в пределах экрана, автоматическую синхронизацию, автоматическое измерение амплитуды (размаха) сигнала от 20mV до 250 V , периода сигнала от 100 ns до 50 ms и длительности импульсов от 200 ns до 50ms на уровне 0,5 амплитуды с индикацией результатов измерений на цифровом светодиодном индикаторе.

Осциллограф может быть использован в лабораторных, производственных и полевых условиях.

2.2. Условия эксплуатации:

повышенная температура: рабочая 50 °C, предельная 65 °C;

пониженная температура: рабочая минус 30 °C, предельная минус 50 °C;

повышенная влажность 98 % при температуре 25 °C.

2.3. Осциллограф сохраняет свои технические характеристики в пределах норм, установленных ТУ, при питании:

1) от источников постоянного тока напряжением $(27 \pm 2,7)V$;

2) от сети переменного тока напряжением $(220 \pm 22)V$, частотой $(50 \pm 1,25) Hz$ и $(60 \pm 1,5) Hz$ и содержанием гармоник до 5 %;

3) от сети переменного тока напряжением $(220 \pm 11)V$,

частотой $(400 \pm 10) \text{ Hz}$ и содержанием гармоник до 5 %.

3. ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

3.1. Размер экрана осциллографа $60 \times 80 \text{ mm}$ (8×10 дел).

3.2. Ширина линии луча, определяемая размытостью изображения и расфокусировкой, не превышает $0,8 \text{ mm}$.

3.3. Минимальная частота следования импульсных сигналов длительностью менее $1 \mu\text{s}$ не более 500 Hz .

3.4. Тракт вертикального отклонения обеспечивает автоматическую установку размера изображения по вертикали в пределах от 1,5 до 8 делений шкалы экрана.

3.5. Основная погрешность автоматического измерения напряжения (размаха) гармонических сигналов в диапазоне частот $20 \text{ Hz} - 10 \text{ MHz}$ и импульсных сигналов длительностью $200 \text{ ns} - 0,05 \text{ s}$ в амплитудном диапазоне $20 \text{ mV} - 200 \text{ V}$, с делителем $1:10 - 250 \text{ V}$, не превышает $\pm 5 \%$.

Погрешность измерения напряжения в рабочих условиях эксплуатации не превышает $\pm 7,5 \%$.

3.6. Время нарастания переходной характеристики (ПХ) канала вертикального отклонения не превышает 35 ns .

3.7. Выброс ПХ не превышает 5 %.

3.8. Время установления ПХ не превышает 150 ns .

3.9. Неравномерность вершины ПХ не превышает 2 %.

3.10. Спад вершины ПХ через 1 ms от ее начала при закрытом входе не превышает 5 %.

II

3.11. Дрейф луча на экране не превышает 1 дел/ч (долговременный), 0,2 дел/min (кратковременный).

3.12. Пределы перемещения луча по вертикали относительно середины рабочей части экрана не менее четырех делений шкалы.

3.13. Параметры входа канала вертикального отклонения:

1) при непосредственном входе входное активное сопротивление составляет $(1 \pm 0,03) \text{ M}\Omega$, входная емкость $(35 \pm 5) \text{ pF}$;

2) с делителем 1:10 входное активное сопротивление составляет $(1 \pm 0,03) \text{ M}\Omega$, входная емкость $(12 \pm 2) \text{ pF}$.

3.14. Допустимое суммарное значение постоянного и переменного напряжений на закрытом входе канала вертикального отклонения 250 V, с делителем 1:10—300 V на закрытом и открытом входах.

3.15. Тракт горизонтального отклонения обеспечивает автоматическую установку длительности развертки, при которой на экране ЭЛТ можно наблюдать от двух до семи периодов исследуемого сигнала или один импульс.

3.16. Основная погрешность автоматического измерения периода сигналов δ_t в процентах в диапазоне частот от 20 Hz до 10 MHz и длительности импульсов от 200 ns до 0,05 s не превышает значения, определяемого выражением

$$\delta_t = \pm \left(2 + \frac{0,3}{t_x} \right), \quad (1)$$

где t_x — числовое значение измеряемого временного интервала в микросекундах.

Погрешность измерения временных интервалов в рабочих условиях эксплуатации не превышает $1,5 \delta_t$.

3.17. Пределы перемещения луча по горизонтали обеспечивают совмещение начала и конца линии развертки с центром

шкалы ЭЛТ.

3.18. Внутренняя автоматическая синхронизация обеспечивается в полосе частот от 20 Нз до 10 МНз при амплитуде входных сигналов от 20 мV до 200 V .

3.19. Внешняя автоматическая синхронизация обеспечивается в полосе частот от 20 Нз до 10 МНз при амплитуде сигналов от 1 до 10 V .

3.20. Калибратор напряжений обеспечивает на выходе импульсы частотой следования 1 кНз и амплитудой 1,2 V .

Основная погрешность установки амплитуды не превышает $\pm 1\%$ (погрешность в рабочих условиях - $\pm 1,5\%$).

3.21. Электрическая изоляция цепи питания между входом сетевого разъема и корпусом выдерживает в течение 1 min без пробоя испытательное напряжение частотой 50 Нз значением 1,5 кV в нормальных условиях и 900 V при повышенной влажности.

Сопротивление изоляции указанной цепи не менее: в нормальных условиях 20 М Ω , при повышенной относительной влажности 2 М Ω , при повышенной температуре 5 М Ω .

3.22. Осциллограф обеспечивает свои технические характеристики в пределах норм, установленных ТУ, по истечении времени установления рабочего режима равного 15 min .

3.23. Осциллограф допускает непрерывную работу в рабочих условиях в течение 16 h при сохранении своих технических характеристик в пределах норм, установленных ТУ.

3.24. Мощность, потребляемая осциллографом от источников постоянного тока 27 V , не превышает 50 W. Мощность, потребляемая от сети 220 V , не превышает 65 VA .

3.25. Габаритные размеры осциллографа 285x135x360 mm ,

3.26. Масса осциллографа не более 7,5 kg .

Масса осциллографа с укладочным ящиком не более 15 кг .

Масса осциллографа с транспортной тарой не более 45 кг

3.27. Нарботка осциллографа на отказ 7000 ч .

3.28. Осциллограф сохраняет свои технические характеристики в пределах норм, установленных в ТУ, после замены в нем электронно-лучевой трубки ПЛОЭИ. При этом допускается подрегулировка с помощью имеющихся органов подстройки, предусмотренных принципиальной схемой прибора и инструкцией по эксплуатации.

3.29. Срок хранения осциллографа не менее 5 лет в неотапливаемых хранилищах и не менее 10 лет в отапливаемых.

Срок службы осциллографа не менее 10 лет.

Технический ресурс не менее 10000 ч .

4. СОСТАВ ОСЦИЛЛОГРАФА

4.1. Осциллограф поставляется в комплекте, указанном в табл.1.

Таблица 1

Наименование	Количество, шт.	Примечание
Осциллограф автоматизированный С9-7	1	
Комплект инструмента и принадлежностей, в нем:	1	
делитель 1:10	1	со шнуром
кабель № 1	1	маркировка "М 1"

Продолжение табл. I

Наименование	Количество, шт	Примечание
кабель "220 V "	I	маркировка " ~220 V 50Hz 400Hz 65 VA"
кабель "27 V "	I	маркировка " --- 27 V 50W"
щуп	I	
щуп	I	
щуп	I	
наконечник	I	
колпачок	I	
тройник CP-50-950B	I	
отвертка	I	
нагрузка 50 Ω	I	
фильтр	I	
переход коаксиальный 22-28	I	
Запасные части:		
вставка плавкая		
ВПИ-I 1,0A 250 v	6	
ВПИ-I 3,15A 250	3	
Техническое описание и инструкция по эксплуатации Часть I	I	
Техническое описание и инструкция по эксплуатации Часть II. Альбом схем	I	
Формуляр	I	
Ящик	I	укладочный

5. УСТРОЙСТВО И РАБОТА ОСЦИЛЛОГРАФА

5.1. Принцип действия

5.1.1. Осциллограф, структурная схема которого приведена на рис.2, состоит из следующих основных частей:

- 1) тракта вертикального отклонения с автоматической установкой размеров изображения;
- 2) тракта горизонтального отклонения с автоматической установкой горизонтального размера изображения;
- 3) блока цифровых измерений;
- 4) электронно-лучевого индикатора;
- 5) схемы управления ЭЛТ;
- 6) блока вторичного электропитания.

5.1.2. Исследуемый сигнал подается на вход тракта вертикального отклонения, где осуществляется усиление сигнала до напряжений, обеспечивающих заданный размер изображения по вертикали на экране ЭЛТ, при этом выбор требуемого коэффициента передачи тракта осуществляется автоматически.

Тракт горизонтального отклонения обеспечивает получение синхронного с исследуемым сигналом линейного развертывающего напряжения и автоматический выбор его длительности для наблюдения заданного количества периодов исследуемого сигнала или одного импульса.

Блок цифровых измерений обеспечивает автоматическое измерение амплитуды (размаха), периода и длительности исследуемого сигнала с индикацией результата измерения на цифровом светодиодном индикаторе, при этом переключение пределов измерителя осуществляется автоматически.

Структурная схема осциллографа

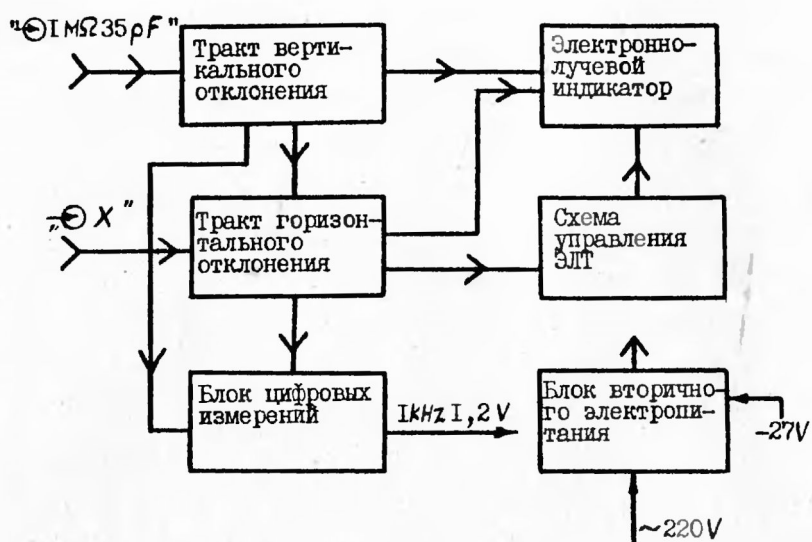


Рис. 2

Электронно-лучевой индикатор обеспечивает преобразование электрических сигналов, поступающих на его входы, в видимое изображение исследуемого сигнала.

Схема управления ЭЛТ осуществляет управление высоковольтной частью индикатора.

Блок вторичного электропитания предназначен для получения всех напряжений, необходимых для питания блоков и узлов осциллографа.

Устройство и работа основных частей осциллографа описаны в разделе 6.

5.2. Конструкция осциллографа

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

- 1) усилителя вертикального отклонения;
- 2) выходного усилителя вертикального отклонения;
- 3) усилителя подсвета;
- 4) усилителя "X";
- 5) блока синхронизации и развертки;
- 6) блока вторичного электропитания;
- 7) преобразователя время-код;
- 8) преобразователя напряжение-время;
- 9) дискриминатора амплитуды;
- 10) устройства управления усилением;
- II) устройства управления индикацией;
- I2) преобразователя напряжения;
- I3) аттенватора.

5.2.2. Базовый блок представляет собой пластмассовый корпус с размерами 120x240x310 мм, состоящий из верхней

и нижней крышек с имеющимися в них пазами, в которые вставляются передняя и задняя панели. Крышки крепятся винтами к панелям. К нижней крышке крепится объединительная плата, на которой установлены разъемы. Линия задержки выполнена на гибком фольгированном диэлектрике и крепится снизу к объединительной плате. Электронно-лучевая трубка с экраном крепится к передней панели и к экрану, отделяющему узлы осциллографа от блока вторичного электропитания. Преобразователь напряжения расположен со стороны блока вторичного электропитания и крепится к вышеупомянутому экрану. К этому же экрану и к передней панели крепится устройство управления индикацией, которое расположено над экраном ЭЛТ. Устройство индикации крепится к передней панели. Атенуатор конструктивно выполнен в отдельном корпусе и крепится к передней панели и к нижней крышке. Блок вторичного электропитания представляет собой отдельный блок, к задней стенке (радиатору) которого крепятся платы и трансформатор. Блок вторичного электропитания соединен с объединительной платой через разъем. Все остальные блоки соединены электрически между собой через разъемы объединительной платы и через специальные низкочастотные и высокочастотные разъемы. Эти блоки фиксируются в направляющих, которые выполнены на передней панели и на экране, отделяющем узлы осциллографа от блока вторичного электропитания. В нижней и верхней крышках прибора имеются пазы для вентиляции. Все основные органы управления вынесены на переднюю панель. Передняя панель выполнена из пластмассы. Экранирование всего осциллографа осуществляется металлизацией корпуса. Передняя панель защищена крышкой, которая крепится к корпусу. Прибор снабжен ручкой для переноса.

6. УСТРОЙСТВО И РАБОТА СОСТАВНЫХ ЧАСТЕЙ ОСЦИЛЛОГРАФА

6.1. Тракт вертикального отклонения с автоматической установкой вертикального размера изображения

6.1.1. Тракт вертикального отклонения, блок-схема которого приведена на рис.3, состоит из аттензатора, предварительного усилителя, линии задержки, выходного усилителя вертикального отклонения, дискриминатора амплитуды и устройства управления усилением. В последний входят генератор тактовых импульсов, блок управления, реверсивный счетчик и дешифратор.

6.1.2. Устройство автоматической установки размера изображения, включающее дискриминатор амплитуды и устройство управления усилением, имеет два режима работы:

- 1) режим установки размера изображения;
- 2) режим индикации баланса.

В режиме установки размера изображения рассматриваемое устройство работает по принципу дискретного управления усилением, обеспечивая оптимальный вертикальный размер осциллограммы (1,5–8 делений экрана ЭЛТ). Величина дискрета изменения коэффициента усиления тракта составляет 1,78. Вертикальный размер осциллограммы пропорционален входному напряжению предварительного усилителя, поступающему на дискриминатор амплитуды, который имеет два порога, соответствующих максимальному и минимальному допустимым вертикальным размерам изображения.

В случае, если амплитуда сигнала превышает нижний порог, но меньше верхнего порога, что соответствует оптимальному

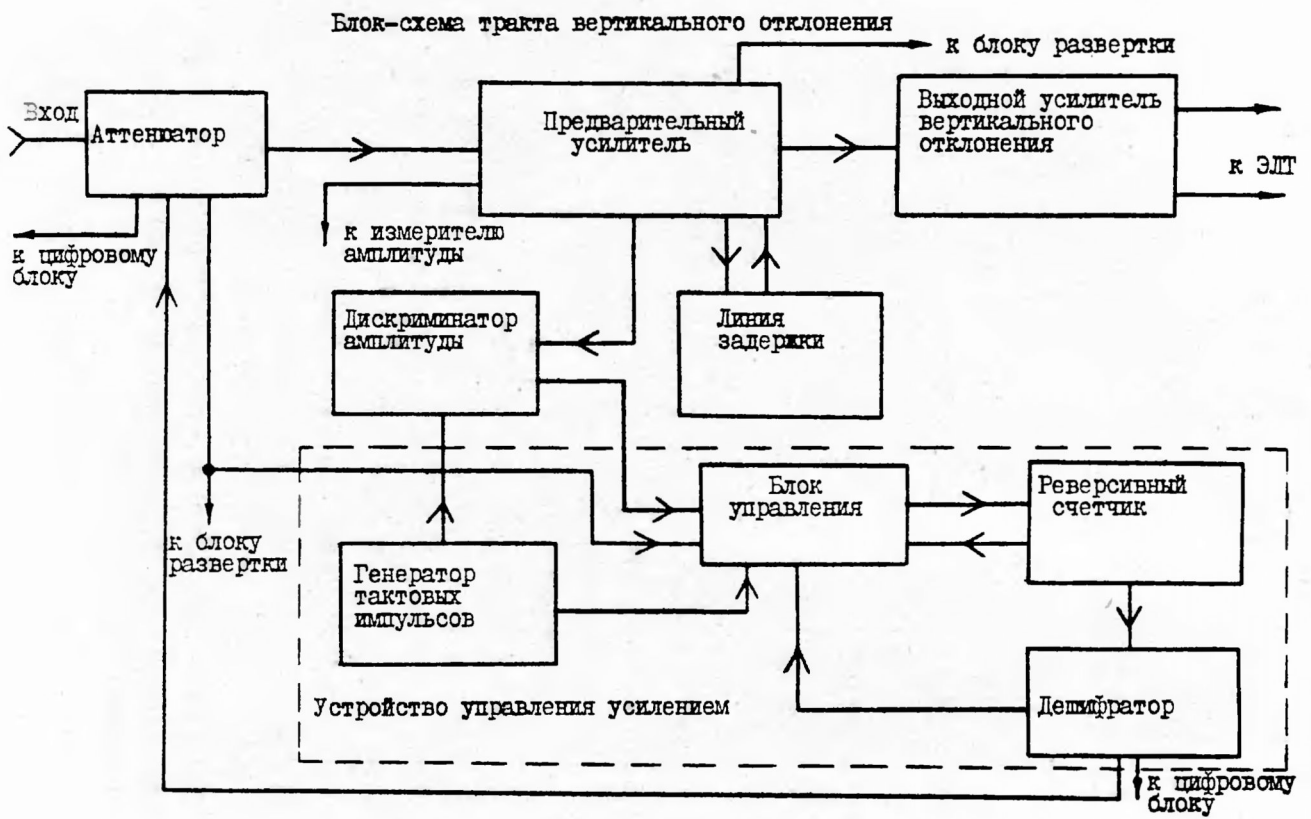


Рис.3

вертикальному размеру изображения, коэффициент усиления тракта сохраняется неизменным.

Если же размер изображения не соответствует оптимальному, т.е. амплитуда сигнала на выходе предварительного усилителя превышает верхний порог дискриминатора амплитуды либо меньше нижнего порога, на выходе дискриминатора амплитуды появляется соответствующий логический сигнал, который, пройдя через блок управления, увеличивает либо уменьшает содержимое реверсивного счетчика на единицу. Цифровой код счетчика преобразуется дешифратором в набор управляющих сигналов, которые воздействуют на управляющие входы аттенватора и предварительного усилителя таким образом, что уменьшают или увеличивают коэффициент усиления тракта вертикального отклонения на один дискрет. Работа устройства автоматической установки размера изображения синхронизируется во времени с помощью генератора тактовых импульсов. Если переключение коэффициента усиления тракта на один дискрет не обеспечивает оптимальный размер изображения, с приходом очередного тактового импульса генератора цикл работы устройства автоматической установки размера изображения повторяется, изменяя коэффициент усиления тракта еще на один дискрет. Описанный процесс установки размера изображения повторяется до тех пор, пока на экране ЭЛТ не будет установлен оптимальный вертикальный размер изображения. Блок управления осуществляет защиту устройства автоматической установки размера изображения от помех, возникающих в моменты переключения коэффициента усиления тракта, а также запрещает переключения в случаях, когда установлена максимальная или минимальная чувствительность тракта.

В режиме индикации баланса, включаемом нажатием кнопки 1,

управляющий сигнал от указанной кнопки поступает в блок управления, который при этом обеспечивает прохождение тактовых импульсов генератора на вход прямого счета реверсивного счетчика, обеспечивая последовательное переключение коэффициентов усиления предварительного усилителя. В результате разбаланс дифференциальных плеч указанного усилителя индицируется на экране ЭЛТ в виде набора горизонтальных линий, а задача по балансировке тракта сводится к тому, чтобы с помощью регулировки БАЛАНС совместить их в одну горизонтальную линию.

6.1.3. Аттенуатор (рис.17 ТО1) состоит из входных делителей и трансформатора сопротивления. Частотно-компенсированные входные делители делят сигнал в отношениях 1:1 (R3), 1:10 (R4, R6, C2, C4, C6), 1:100 (R5, R7, C3, C5, C7) и коммутируются с помощью электромагнитных реле P2-P7. Диоды Д1-Д3 используются для демпфирования переходных процессов, возникающих в моменты включения и выключения реле. С помощью конденсаторов C2 и C3 осуществляется подстройка входной емкости тракта вертикального отклонения, а с помощью конденсаторов C4 и C5 - частотная компенсация делителей. Переключатель В1-1, управляющий реле P1, осуществляет выбор открытого либо закрытого входа прибора. Сигнал с дополнительного контакта входного гнезда III указывает на наличие или отсутствие внешнего делителя 1:10, что учитывается при индикации результата измерения амплитуды сигнала. С помощью переключателя В1-2 снимается напряжение с реле P2-P7 в результате чего входное гнездо III отключается, вход трансформатора сопротивления (R8) с помощью реле P8 подключается к общей шине, а на контакт 9 разъема III платы П2 поступает нулевой потенциал (логический ноль).

Трансформатор сопротивления выполнен на паре полевых транзисторов Т1, включенных по схеме последовательного балансного истокового повторителя. Резистор R11 и транзисторная сборка MС1 (в диодном включении) образуют цепь защиты транзистора Т1 от перегрузок по напряжению.

Балансный эмиттерный повторитель на микросхеме MС2 используется для расширения полосы пропускания аттенюатора, а также для улучшения температурной стабильности и точной балансировки тракта вертикального отклонения. Точная балансировка производится резистором R21, а грубая — резистором R18.

С помощью переключателя В1-3 осуществляется сужение полосы пропускания тракта вертикального отклонения. При этом реле Р9 подключает к выходу истокового повторителя Т1 конденсатор С15. Выходной сигнал аттенюатора подается на контакт 3 разъема Ш2, а напряжение балансировки на контакт 2 этого разъема.

6.1.4. Первые каскады усилителя вертикального отклонения (рис.3 ТО1) выполнены на микросхемах MС1-MС3 и транзисторах Т1-Т3. Применение транзисторных сборок структуры р-п-р (MС2) и п-р-п (MС3), помимо высокой температурной стабильности, обеспечивает на выходе первых каскадов усилителя нулевой режимный потенциал. С помощью токового ключа MС1 осуществляется переключение коэффициента усиления усилителя. При этом, если генератор тока (транзистор Т1) подключен к цепи обратной связи R4, R5, коэффициент передачи усилителя K_1 равен 1. Если же генератор тока подключен к цепи R8, R9, коэффициент передачи усилителя K_2 равен 10. Точность отношения $K_2/K_1 = 10$ устанавливается с помощью резистора R10. С помощью конденсаторов С3 и С7 производится регулировка амплитудно-частотной характеристики (АЧХ) первых каскадов

усилителя. Резистор R21 обеспечивает дополнительную балансировку тракта вертикального отклонения. Сигнал на блок цифровых измерений снимается через комплементарный эмиттерный повторитель T2, T3, обеспечивающий неискаженную передачу этого сигнала при работе на коаксиальный кабель (разъем Ш4). В режиме индикации баланса тракта вертикального отклонения напряжение с реле P1 снимается, исключая при этом его непрерывное переключение.

Последующие каскады усилителя выполнены на микросхемах MC4-MC7, MC9, MC12, MC13 и транзисторах T5, T6. Ступень на микросхемах MC5-MC7, MC9 аналогична схеме входного каскада и отличается от нее числом частотно-компенсированных цепей обратной связи (R32-R39, C12-C14), изменяющих коэффициент передачи с дискретностью 1,78 от величины 0,47 до величины 2,6. С помощью конденсатора C16 настраивается АЧХ предварительного усилителя. Каскад на транзисторах T5, T6 осуществляет согласование усилителя со входом линии задержки, а резистор R63 - смещение осциллограммы по вертикали. Каскад на микросхеме MC12 согласует выход линии задержки, а каскад на MC13 осуществляет коррекцию частотных искажений, вносимых линией задержки. Для указанной коррекции служат элементы C32, R83 и C33. Общее усиление тракта вертикального отклонения подстраивается резистором R84.

Усилитель синхронизации выполнен на микросхемах MC10 (эмиттерный повторитель), MC11 (каскад с общим эмиттером) и транзисторах T7, T8 (комплементарный эмиттерный повторитель).

На микросхеме MC8 выполнен балансный эмиттерный повторитель, осуществляющий связь предварительного усилителя с дискриминатором амплитуды.

6.1.5. Выходной усилитель вертикального отклонения (рис.4 ТО1) построен по схеме типа "Общий эмиттер" (Т5,Т6) с динамической нагрузкой (Т3,Т4 и Т7,Т8) и параллельной отрицательной обратной связью по напряжению. Эмиттерные повторители Т1, Т2, МС1 способствуют расширению АЧХ усилителя, настройка которой производится конденсаторами С3, С4.

6.1.6. Дискриминатор амплитуды (рис.12 ТО1) содержит схему задания порогов (МС3,МС6,МС7), блок компараторов (МС1,МС2) схему блокировки (МС5) и триггеры памяти (МС8).

Схема задания порогов выделяет напряжение синфазного дрейфа из выходных сигналов обоих плеч предварительного усилителя вертикального отклонения (Ш1) с помощью операционного усилителя МС3 и суммирует это напряжение на сумматорах МС6 и МС7 с напряжениями соответственно верхнего и нижнего порогов, которые регулируются резисторами R4 и R10. Сумматоры МС6 и МС7 выполняют одновременно с цепочкой R25, С13 функции фильтров нижних частот. Таким образом, на выходах МС6 и МС7 формируются соответственно верхнее и нижнее пороговые напряжения, следующие за синфазным дрейфом сигнала, что обеспечивает точную и стабильную работу устройства автоматической установки размера изображения в широком диапазоне температур.

Блок компараторов содержит два двойных компаратора напряжения МС1 и МС2, которые сравнивают напряжения обоих плеч предварительного усилителя вертикального отклонения с верхним и нижним пороговыми напряжениями, сформированными схемой задания порогов. Благодаря тому, что на компараторы поступает противофазная пара сигналов, блок компараторов способен сравнивать с порогом как положительные, так и отрицательные пики сигналов (если сигнал несимметричен, либо имеет постоянную составляющую). Выходные сигналы компарато-

ров через эмиттерные повторители MC4 и схему блокировки MC5 поступают на триггеры памяти, представляющие собой два RS - триггера, построенные на микросхеме MC8. Схема блокировки MC5 препятствует записи в триггеры памяти выходной информации компараторов в течение интервала времени, приблизительно равного $200 \mu s$, следующего после тактового импульса, и исключает таким образом влияние помех от переходных процессов, возникающих при переключении коэффициента усиления в тракте вертикального отклонения. По окончании блокировки происходит сброс триггеров памяти импульсом сброса, приходящим на их установочные входы. Тактовый импульс, импульс блокировки и импульс сброса триггеров формируются в устройстве управления усилением, на вход которого поступают выходные сигналы "Больше" и "Меньше" дискриминатора амплитуды.

6.1.7. Устройство управления усилением (рис.13 ТО1) содержит генератор тактовых импульсов, блок управления, реверсивный счетчик и дешифратор.

Генератор тактовых импульсов выполнен на микросхеме MC5 и транзисторе Т1 и формирует на выходе (КП1) импульсы с уровнем логического нуля длительностью $200 ns$ с периодом следования $70 ns$, поступающие в блок управления.

В блок управления входят микросхемы MC1, MC2, MC3-1, MC3-4, MC4, MC11-2. Импульсы с выхода генератора тактовых импульсов MC5/3 поступают на вход (вывод I3) одновибратора, выполненного на конденсаторе C6, резисторе R7, микросхеме MC4/8-I3, на выходе которой (вывод 8) формируется импульс блокировки. Срез последнего дифференцируется цепочкой C5, R6 и инвертируется микросхемой MC4/4-6, образуя импульс сброса триггеров памяти. Импульсы блокировки и сброса триггеров памяти через контакты разъема Ш1/2Б и Ш1/3В поступают на дискриминатор.

амплитуды.

Проинвертированные элементом МС4/1-3, тактовые импульсы поступают на входы элементов стробирования МС1/9 и МС1/13, открывая их на время действия тактовых импульсов и производя таким образом опрос триггеров памяти дискриминатора амплитуды.

В режиме установки размера изображения на вход 3 микросхемы МС1 от аттенкатора поступает уровень логической единицы. При этом на вход 6 микросхемы МС2 воздействует уровень логического нуля и на выходе 7 элемента МС2/5-7 независимо от сигнала на входе 5 этого элемента всегда имеет место логическая единица, которая разрешает прохождение сигналов с выхода 12 МС1 через элемент МС2/8-10 на вход инвертора МС2/1-3. Таким образом, в режиме установки размера изображения выходные сигналы "Больше" и "Меньше" дискриминатора амплитуды во время действия тактовых импульсов поступают на входы соответственно прямого и обратного счета реверсивного счетчика МС6, на установочный R-вход которого при этом воздействует логический ноль. В результате реверсивный счетчик МС6 изменяет свое состояние в соответствии с выходными сигналами дискриминатора амплитуды. Число, записанное в реверсивном счетчике, поступает на дешифратор.

Дешифратор выполнен на микросхемах МС3-2, МС3-3, МС7-МС10, МС11-1, МС12, МС13. Микросхемы МС3-2 и МС7 содержат инверторы выходных сигналов реверсивного счетчика МС6. Часть дешифратора, выполненная на микросхемах МС8, МС10, МС9/1-3, МС11/5-7, МС12/8-13, формирует сигналы, управляющие коэффициентом усиления усилителя вертикального отклонения, а часть, содержащая микросхемы МС9/1-10, МС11/8-14, МС12/1-6 и МС13 - сигналы, управляющие коэффициентами деле-

ния аттенватора. Кроме того, выходные сигналы микросхем МС9/1-3, МС9/12-14, МС13/8-13 служат одновременно для индикации установленного коэффициента усиления тракта вертикального отклонения и поступают в блок цифровых измерений. Элементы блока управления МС3-4 и МС11-2 являются схемами запрета по максимуму и по минимуму коэффициента усиления. При состоянии 0000 реверсивного счетчика, соответствующем максимальному коэффициенту усиления в тракте вертикального отклонения, на выходе микросхемы МС11-2 формируется уровень логического нуля, блокирующий элемент стробирования микросхеме МС1/2, 7-10 и запрещающий обратный счет реверсивного счетчика. При состоянии 1111 реверсивного счетчика, соответствующем минимальному коэффициенту усиления, на выходе 10 микросхемы МС3-4 такте формируется логический ноль, блокирующий элемент стробирования микросхеме МС1/1, 6, 12, 13, 14 и запрещающий прямой счет счетчика.

В режиме индикации баланса на вход 3 МС1 от аттенватора поступает уровень логического нуля. При этом на вход 6 МС2 воздействует уровень логической единицы и тактовые импульсы, поступающие на вход 5 МС2, пройдя через элементы МС2/5-7, МС2/1-3 и МС2/8-10, поступают на вход прямого счета реверсивного счетчика МС6, заставляя его считать циклически. Для индикации баланса достаточно переключения лишь коэффициентов усиления усилителя вертикального отклонения, поэтому для предотвращения непрерывного переключения герконовых реле аттенватора, реверсивный счетчик в режиме индикации баланса считает по сокращенному циклу, определяемому числом 0111. Для этого выходной сигнал старшего разряда (вывод микросхемы МС6/7) дифференцирует с помощью цепочки С8, R8 и после инвертирования элементом МС2/12-14 производит сброс счетчика,

воздействуя на его R-вход.

6.2. Тракт горизонтального отклонения с автоматической установкой горизонтального размера изображения

6.2.1. Тракт горизонтального отклонения содержит схему синхронизации, схему формирования развертывающего напряжения, схему автоматического выбора длительности развертывающего напряжения и усилитель "X".

Структурная схема тракта приведена на рис.4.

Схема синхронизации вырабатывает сигнал запуска для схемы формирования развертывающего линейно-нарастающего напряжения, синхронного с измеряемым сигналом.

Схема автоматического выбора длительности развертывающего напряжения обеспечивает выбор длительности развертки, при которой на экране ЭЛТ наблюдается от двух до семи периодов исследуемого сигнала или один импульс.

Усилитель "X" обеспечивает усиление пилообразного напряжения до величины, необходимой для подачи на горизонтально-отклоняющие пластины ЭЛТ.

6.2.2. Схема синхронизации (рис.8 ТО1, плата П) включает в себя входной каскад, компаратор, схему установки уровня синхронизации и схему выбора полярности синхронизации.

Входной каскад собран на полевом транзисторе Т1-1, биполярном транзисторе Т2 и микросхеме МС1-1. Выбор режима внутренней или внешней синхронизации осуществляется переключателем В1-1. Диоды Д1-Д6 обеспечивают защиту входного каскада и последующих схем от перегрузок. Эмиттерный повторитель, собранный на транзисторе Т2, служит для улучшения передачи формы импульсных сигналов малой длительности.

Структурная схема тракта горизонтального отклонения

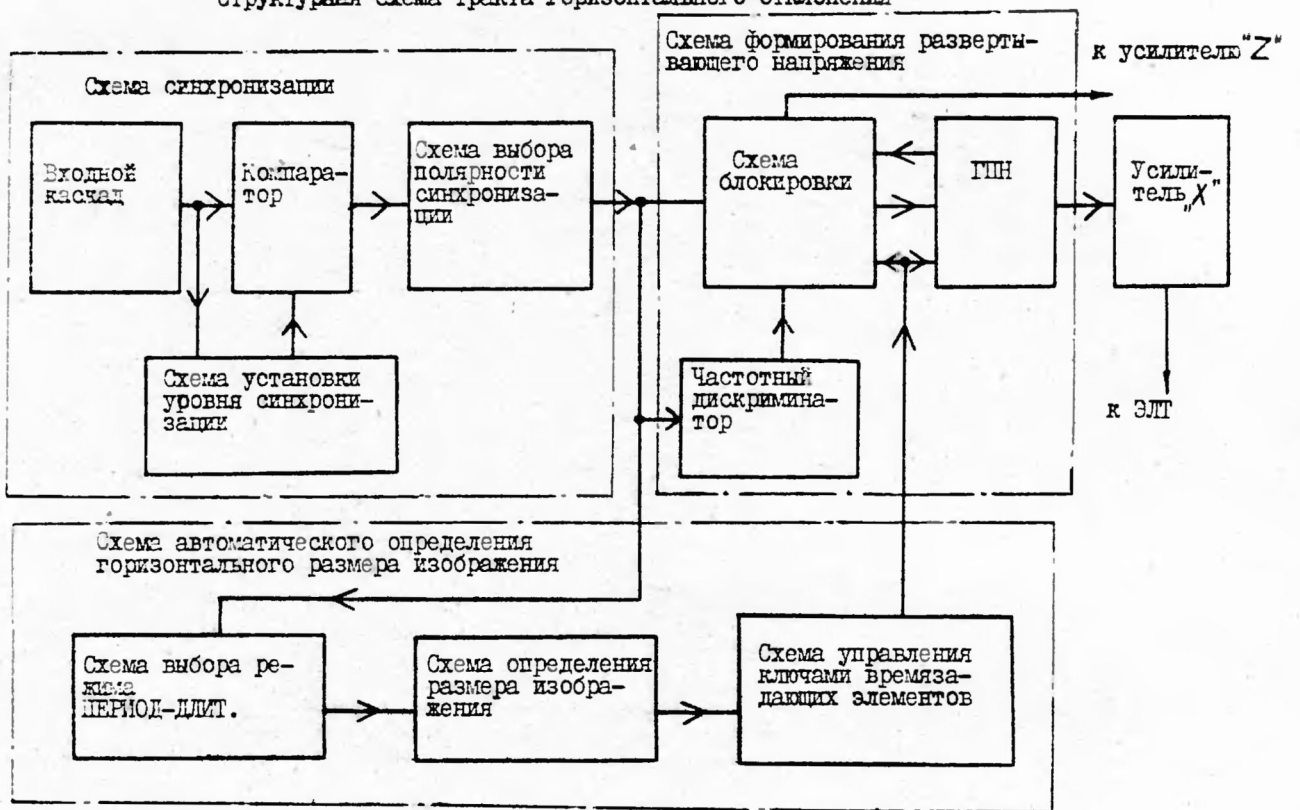


Рис.4

В схему установки уровня синхронизации входят два пиковых детектора, собранных на диодах Д7, Д8, полевых транзисторах Т3, Т4, потенциометр Р17 УРОВЕНЬ, переключатель В1-2 и согласующий каскад на транзисторе Т1-2 и микросхеме МС1-2. Схема установки уровня синхронизации обеспечивает два режима работы синхронизации: автоматический и ручной. Выбор режима осуществляется переключателем В1-2. В автоматическом режиме синхронизации выходное напряжение с истоковых повторителей пиковых детекторов через резисторы R15 и R54 и согласующий каскад подается на один из входов компаратора МС2. В ручном режиме напряжение на этот вход подается со средней точки потенциометра Р17. На второй вход компаратора подается сигнал синхронизации с входного каскада. Компаратор МС2 на своем выходе формирует напряжение прямоугольной формы, фронт и срез которого соответствует моментам времени, когда мгновенное значение сигнала синхронизации равно напряжению с выхода согласующего каскада. В автоматическом режиме синхронизации напряжение с согласующего каскада всегда будет находиться между пиковыми значениями сигнала синхронизации и на выходе компаратора МС2 всегда будут прямоугольные импульсы. В ручном режиме синхронизации напряжение с согласующего каскада может не находиться между пиковыми значениями сигнала синхронизации. В этом случае импульсы на выходе компаратора МС2 отсутствуют.

Схема выбора полярности синхронизации собрана на микросхеме МС4-1 и переключателе В1-3. Переключатель В1-3 блокирует один из элементов И-НЕ МС4-1, через которые проходят противофазные сигналы с выходов компаратора МС2. В момент времени срабатывания компаратора на выходе схемы выбора полярности в зависимости от положения переключателя В1-3 может

быть или положительный, или отрицательный перепад напряжения.

6.2.3. Схема формирования пилообразного развертывающего напряжения (рис.8 ТО1) включает в себя генератор пилообразного напряжения (ГПН), схему блокировки и частотный дискриминатор.

В ГПН входят генератор тока, собранный на транзисторе Т11, набор времязадающих емкостей С19-С24 с ключами МС10-1, МС11, буферный каскад на транзисторах Т7, Т9 и транзисторный ключ Т6.

При закрытом ключе Т6 постоянным током генератора тока Т11 заряжается один из времязадающих конденсаторов, соединенный с корпусом через один из ключей МС10-1 или МС11. Когда все ключи разомкнуты, заряжается только конденсатор С20 и ГПН формирует самое быстро нарастающее напряжение. При переключении соседних времязадающих конденсаторов время нарастания развертывающего напряжения изменяется приблизительно в десять раз.

Транзисторными ключами МС9 переключаются резисторы R45-R48 базового делителя транзистора Т11 и изменяется ток, протекающий через этот транзистор. При переключении резистора R45 на резистор R48 время нарастания развертывающего напряжения изменяется приблизительно в пять раз. Набор конденсаторов С19-С24 и резисторов R45-R48 обеспечивает 24 значения времени нарастания пилообразного напряжения от $0,5 \mu s$ до $0,2 s$.

При открытом ключе Т6 времязадающие конденсаторы разряжаются через него на корпус.

Буферный каскад обеспечивает большое сопротивление нагрузки, подключаемой к времязадающему конденсатору, и исключает влияния последующих схем на формирователь развертывающего напряжения.

Схема блокировки содержит триггер управления МС6, компараторы МС3 и МС8, времязадающие конденсаторы С25-С30 с ключами МС10-2 и МС12, RS - триггер и элементы НЕ МС5.

Триггер управления МС6 открывает или закрывает ключ Т6 в зависимости от сигналов, подаваемых на его входы I0, I1, I2, I3. При закрытом ключе Т6 осуществляется формирование развертывающего пилообразного напряжения. Когда оно достигает значения, равного напряжению с резистивного делителя R18, R22, срабатывает компаратор МС3 и на выходе I1 элемента НЕ микросхемы МС5 формируется короткий импульс. В начале этого импульса переключается триггер управления, открывается ключ на транзисторе Т6, разряжается времязадающий конденсатор. По этому же импульсу переключается RS - триггер, собранный на элементах И-НЕ МС5, и на входе I2 триггера управления появится уровень логической единицы. Этот потенциал переписывается синхроимпульсами на выход 9 триггера управления, и ключ на транзисторе Т6 остается открытым.

После появления уровня логической единицы на выходе 3 RS - триггера МС5 начинается формирование пилообразного напряжения блокировки в точке ТК2. Один из времязадающих конденсаторов С25-С30 в зависимости от состояния ключей МС10-2 и МС12, заряжается через резистор R29 от источника +5 V. В момент достижения напряжением на этом конденсаторе значения, равного напряжению с резистивного делителя R27, R30, на выходе 8 элемента НЕ МС5 появится отрицательный логический перепад, что приведет к переключению RS - триггера МС5. На выходе 3 микросхемы МС5 появится уровень логического нуля и через R24 и диод Д9 напряжение на времязадающих конденсаторах С25-С30 уменьшится до исходного. После переключения RS - триггера с входа I2 триггера управления снимается бло-

кирующий уровень логической единицы. Импульс синхронизации, поступивший на вход II триггера управления, переключает триггер управления и начинается формирование развертывающего напряжения.

Частотный дискриминатор состоит из формирователей импульсов, собранных на микросхемах МС1, МС4, диоде Д2, резисторе R2, конденсаторе С4 платы П2, буферного каскада, собранного на транзисторах Т8 и Т10 платы П3. Схема частотного дискриминатора обеспечивает формирование пилообразного развертывающего напряжения при отсутствии сигнала синхронизации.

Формирователи из выходного сигнала схемы синхронизации образуют последовательность импульсов, которые через диод Д2 разряжают конденсатор С4. Если эти импульсы поступают на диод Д2 с частотой ниже 10 Нз или вообще не поступают, то конденсатор С4 успевает зарядиться через сопротивление R2 от источника питания +5 В. Буферный каскад обеспечивает передачу потенциала с конденсатора С4 на выход частотного дискриминатора - эмиттер транзистора Т10 (плата П3).

На выходе частотного дискриминатора могут быть два уровня: уровень логического нуля при частоте сигнала синхронизации более 10 Нз и уровень логической единицы при частоте сигнала синхронизации ниже 10 Нз или при его отсутствии. В первом случае элемент И-НЕ МС4-2 закрыт и на входе I3 триггера управления будет уровень логической единицы. Во втором случае через открытый элемент И-НЕ МС4-2 на вход I3 триггера управления приходит отрицательный логический перепад, возникающий при переключении RS - триггера МС5 в момент окончания времени блокировки. По этому перепаду триггер управления переключается и начинается следующий цикл формирования развертывающего напряжения.

6.2.4. Схема автоматического выбора длительности напря-

жения развертки (рис.8 ТО1, плата П2) состоит из схемы выбора "период-длительность", схемы определения размера изображения и схемы управления ключами времязадающих элементов.

Схема управления ключами времязадающих элементов включает в себя последовательный счетчик на микросхемах МС16, МС18-МС20 и дешифратор на микросхеме МС17. Счетчик состоит из последовательно соединенных счетчика на четыре (МС16) и счетчика на шесть (МС18-МС20). В зависимости от состояния счетчика на четыре переключаются ключи, управляющие времязадающими резисторами R45-R48 (плата П), а от состояний счетчика на шесть - ключи, управляющие времязадающими конденсаторами С19-С24 и С25-С30 (плата П). Дешифратор МС17 расшифровывает состояния счетчика на четыре и управляет ключами МС9 (плата П).

Изменение состояния счетчика происходит при подаче импульса на вход 3 микросхемы МС16 (КТ7). Счетчик устанавливается в исходное состояние при подаче импульса на вход микросхемы МС16 (КТ8). При подаче уровня логического нуля с контактов I0 разъема П (плата П2) все триггеры счетчика устанавливаются в исходное состояние, кроме триггера МС19, что приводит к подключению конденсаторов С21 и С27 платы П и формированию пилообразного развертывающего напряжения длительностью $10 \mu s$.

Схема выбора режима "период-длительность" включает в себя триггер МС7-2, коммутатор логических сигналов МС2-2 и формирователь коротких импульсов МС6-2, МС5-2. Назначение данной схемы - сформировать пачку импульсов в течение времени формирования пилообразного развертывающего напряжения, причем эти импульсы синхронны с импульсами синхронизации. Первый импульс пачки в режиме "длительность" должен отста-

вать от начала пилообразного развертывающего напряжения на время, равное длительности импульса сигнала синхронизации, а в режиме "период" — на время, равное двум периодам сигнала синхронизации.

В режиме "длительность" импульсы синхронизации через коммутатор логических сигналов поступают на формирователь коротких импульсов, а в режиме "период" импульсы синхронизации предварительно просчитываются на триггере МС7-2.

Схема определения размера изображения содержит два компаратора (микросхемы МС9 и МС10), RS — триггеры и схемы совпадения (микросхемы МС12, МС13, МС14, МС15-1). Схема предназначена для изменения состояния счетчика схемы управления ключами времязадающих элементов по временным соотношениям первого импульса в пачке с выхода схемы выбора режима и длительности пилообразного напряжения развертки.

Компараторы МС9 и МС10 сравнивают развертывающее пилообразное напряжение с постоянными напряжениями с выходов резисторных делителей R4, R5, R6. Эти напряжения соответствуют величинам 0,3 и 0,8 от максимального значения пилообразного развертывающего напряжения. Два RS — триггера микросхемы МС13 формируют положительные импульсы, начинающиеся с началом развертки и оканчивающиеся в моменты достижения пилообразным напряжением уровней 0,3 и 0,8. На рис. 5 показаны временные диаграммы, поясняющие работу схемы определения размера изображения.

Возможны три случая работы схемы определения размера.

В первом случае первый импульс со схемы выбора режима попадает во временной интервал, равный 0,3 от длительности развертывающего напряжения, и проходит на RS — триггер, собранный на МС14 и МС15-1, и опрокидывает его. При этом уровень

Временные диаграммы, поясняющие
работу схемы определения размера изображения

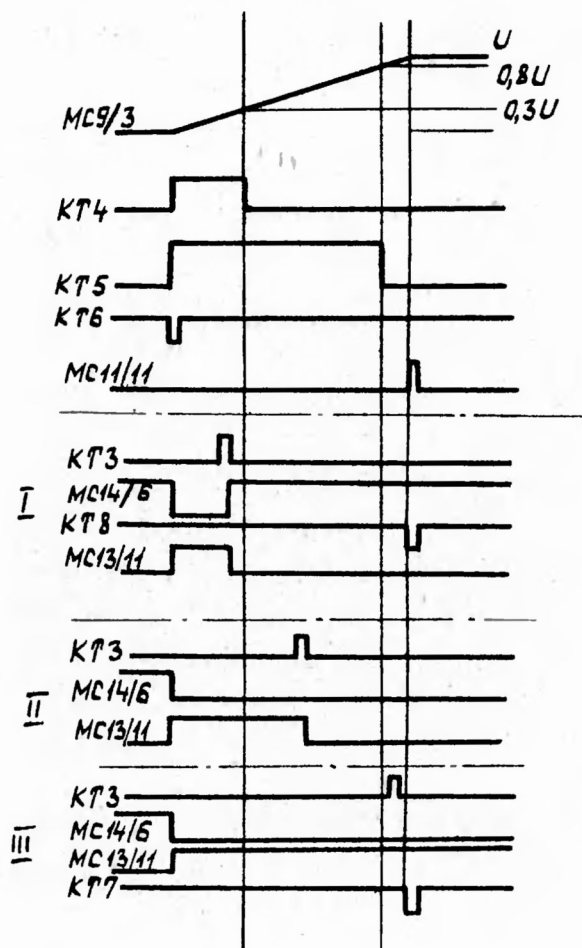


Рис.5

логического нуля на микросхеме МС14/13 изменяется на уровень логической единицы и импульс, соответствующий окончанию пилообразного развертывающего напряжения (выход II МС11), устанавливает счетчик схемы управления ключами в исходное состояние. Во втором случае первый импульс со схемы выбора режима попадает во временной интервал, равный 0,3 и 0,8 от длительности развертывающего напряжения, не переключает RS - триггер и установка счетчика в исходное состояние не происходит. В то же самое время для первого и второго случаев происходит переключение RS - триггера, собранного на микросхеме МС13, и уровень логической единицы на микросхеме МС14/10 изменяется на уровень логического нуля. При этом на выходе 8 микросхемы МС14 (КТ7) логический уровень не изменяется и состояние счетчика не изменяется.

В третьем случае первый импульс со схемы выбора режима не попадает во временной интервал, равный 0-0,8 от длительности развертывающего напряжения. При этом два описанные ранее RS - триггера не переключаются и импульс, соответствующий окончанию пилообразного развертывающего напряжения, изменит состояние счетчика схемы управления ключами времязадающих элементов.

Схема автоматического определения горизонтального размера изображения обеспечивает наблюдение на экране ЭЛТ от двух до семи периодов исследуемого сигнала или наблюдение измеряемого импульса при его размере на экране ЭЛТ от трех до восьми делений шкалы ЭЛТ.

На плате П2 (рис.8 ТО1) расположен формирователь импульсов "Запуск преобразователя", управляющих работой преобразователя напряжение-время в блоке цифровых измерений. Формирователь выполнен на микросхемах МС2-1, МС3, МС5-1,

МС7-1, МС8 и обеспечивает формирование импульсного сигнала, длительность которого во всем диапазоне частот не менее одного периода входного сигнала.

6.2.5. Усилитель "X" (рис.6 ТО1) предназначен для преобразования пилообразного напряжения, поступающего с генератора развертки, в два противофазных сигнала и усиления их до величины, достаточной для отклонения луча по горизонтали на весь экран ЭЛТ.

Фазоинверсный каскад собран по схеме балансного усилителя с несимметричным входом и симметричным выходом на транзисторах Т1, Т2 и микросхеме МС1.

Предоконечные эмиттерные повторители необходимы для согласования выхода фазоинверсного каскада со входом оконечного усилителя и построены на транзисторах МС2.

Оконечный усилитель, выполненный по схеме с динамической нагрузкой на транзисторах Т3-Т8, охваченный отрицательной обратной связью, способствует повышению линейности усилителя, позволяет получить размах сигнала, достаточный для горизонтального отклонения луча по экрану ЭЛТ. Перемещение луча по горизонтали осуществляется с помощью переменного резистора R1, изображенного на схеме (рис.1 ТО1, плата П2).

6.3. Блок цифровых измерений

6.3.1. Блок цифровых измерений предназначен для измерения амплитуды (размаха), периода и длительности исследуемого сигнала.

Блок цифровых измерений, структурная схема которого приведена на рис.6, состоит из преобразователя напряжени-

время, преобразователя время-код, блока управления индикацией и блока индикации.

6.3.2. Преобразователь напряжение-время (рис. II ТО1) служит для преобразования во временной интервал амплитуды (размаха) исследуемого сигнала и содержит в своем составе детекторы максимума и минимума сигнала, вычитающее устройство, интегрирующий преобразователь, формирователь длительности, предназначенный для формирования импульса, длительность которого равна длительности исследуемого сигнала на уровне 0,5 амплитуды.

Детекторы максимума и минимума сигнала работают по методу уравнивания амплитуды исследуемого сигнала напряжением постоянного тока.

Детектор максимума содержит в своем составе компаратор напряжений МС10, на прямой вход которого с высокочастотного разьема П2 поступает исследуемый сигнал, а на инверсный вход - уравнивающее постоянное напряжение.

Результат сравнения амплитуды сигнала с уравнивающим напряжением запоминается триггером МС11-2, устанавливаемым по S - входу в единичное состояние в том случае, если амплитуда сигнала больше уравнивающего напряжения и на выходе компаратора МС10 в моменты равенства сигнала и уравнивающего напряжения формируется импульсное напряжение. Выходной сигнал триггера МС11-2 управляет работой логических ключей, собранных на микросхеме МС19 (плата П). На вторые входы ключей поступает импульс с формирователя, собранного на микросхеме МС15 (плата П), запуск которого осуществляется сигналом "Запуск преобразователя" с блока развертки. Этим же сигналом осуществляется стробирование компаратора МС10. Формирователь, собранный на микросхеме

МС17 (плата III), формирует импульс, осуществляющий установку триггера МС11-2 после каждого шага уравнивания.

В зависимости от состояния триггера МС11-2 импульс с выхода формирователя МС15 через ключи МС19 поступает на один из выходов генератора уравнивающего напряжения, выполненного на транзисторах, входящих в состав транзисторных сборок МС2 и МС4 (плата III). Генератор тока заряда содержит транзисторный ключ МС2-2 и эмиттерный повторитель МС4-2 с токозадающим резистором R14 (плата III). По аналогичной схеме выполнен генератор тока разряда на транзисторах противоположного типа проводимости МС4-4, МС2-4. Формирование уравнивающего напряжения осуществляется на накопительной емкости С1. Полевой транзистор Т1 (плата III) включен по схеме истокового повторителя. Уравнивающее напряжение с выхода истокового повторителя Т1 через эмиттерный повторитель МС16-2 поступает на инверсный вход компаратора МС10.

Детектор минимума собран по идентичной схеме и содержит в своем составе компаратор МС9, запоминающий триггер МС11-1, ключи МС18, генератор уравнивающего напряжения, выполненный на микросхемах МС2-1, МС4-1, МС4-3, МС2-3, транзисторе Т2 и накопительной емкости С2 (плата III).

Для уменьшения времени измерения при низкой частоте следования исследуемого сигнала предназначена схема автоматического управления величиной дискрета изменения уравнивающих напряжений, общая для детекторов минимума и максимума. Схема автоматического управления величиной дискрета содержит триггеры памяти МС1 (плата III), запоминающие состояния триггеров МС11, включенных на выходе компараторов МС9, МС10. В процессе уравнивания амплитуды сигнала триггеры МС11 не изменяют своих состояний, и наоборот, в установившемся режиме

Структурная схема блока цифровых измерений

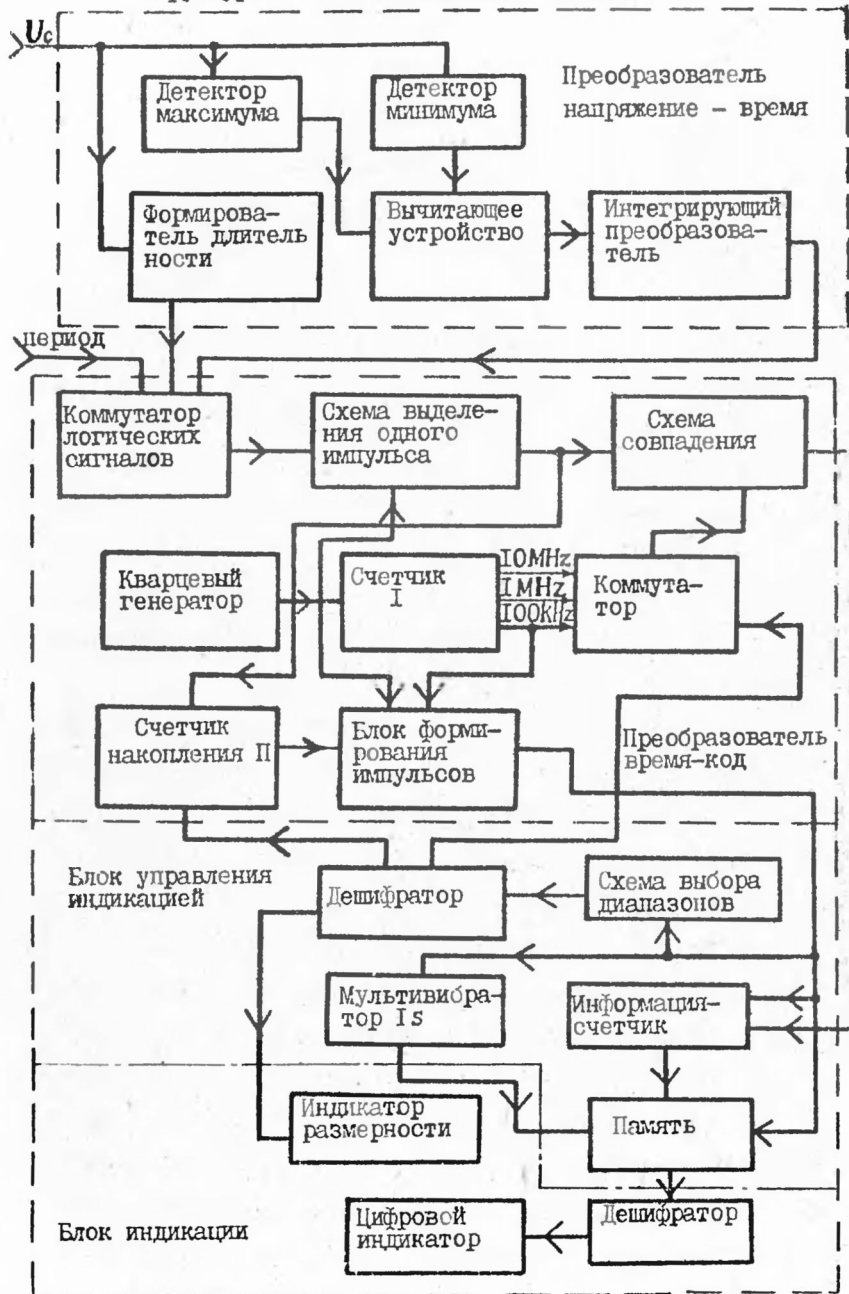


Рис. 6

триггеры МС11 на каждом такте уравнивания принимают новые состояния.

Сравнения предыдущих состояний триггеров МС11, запомненных триггерами памяти МС1 (плата П1), с данным состоянием триггеров МС11 осуществляется схемой сравнения, выполненной на логических элементах МС3, МС5, МС6, МС7 (плата П1).

Если состояния хотя бы одного из триггеров МС11 совпадают, схема совпадений устанавливает по С-входу на инверсном выходе верхнего триггера МС8 (плата П1) нулевой уровень, в результате чего на С-вход триггера МС10-2 (плата П1) начинают поступать импульсы с выхода формирователя МС17 (плата П1). Триггер МС10-2 (плата П1) вместе с триггером МС10-1 (плата П1) и двоично-десятичной декадой МС11 (плата П1) образуют счетчик на тридцать два. Пока счетчик на тридцать два не переполнился, процесс уравнивания амплитуды в детекторах максимума и минимума идет с минимальной величиной дискрета. Сигнал переполнения с выхода счетной декады МС11 (плата П1) устанавливает по С-входу нулевой уровень на выходе нижнего триггера МС8 (плата П1), в результате чего на выходе элемента И-НЕ микросхемы МС13-3 (плата П1) устанавливается единичный уровень, отпирающий транзистор Т3 (плата П1). Открывшийся транзистор Т3 (плата П1) подключает параллельно времязадающей емкости С7 (плата П1) в формирователе МС15 (плата П1) дополнительную емкость С8 (плата П1), в результате чего длительность формируемых формирователем импульсов возрастает в тридцать раз. Это вызывает увеличение в тридцать раз дискрета изменения уравнивающих напряжений на накопительных емкостях С1, С2 (плата П1), в результате чего уменьшается время достижения установившегося режима при низкой частоте следования исследуемого сигнала.

После достижения установившегося режима в детекторе минимума и максимума, предыдущие состояния триггеров МС11 будут отличаться от их данных состояний, в результате чего схема совпадений установит по R-входу единичный уровень напряжения на выходе верхнего триггера МС8 (плата III), импульс с выхода формирователя МС17 (плата III) через верхний элемент И-НЕ микросхемы МС9 (плата III) сбросит счетчик на тридцать два МС10 (плата III), МС11 и нижний триггер МС8. Низкий потенциал с выхода элемента И-НЕ микросхемы МС13-3 (плата III), входы которого соединены с выходом нижнего триггера МС8 (плата III), закроет транзистор Т3 (плата III), отключая в формирователе МС15 (плата III) дополнительную емкость С8 (плата III), в результате чего обеспечивается возврат к минимальному значению дискрета изменения уравнивающих напряжений.

Постоянное напряжение, равное максимальному значению исследуемого сигнала, с выхода эмиттерного повторителя МС16-2 поступает на прямой вход вычитающего устройства, выполненного на операционном усилителе МС7. На инверсный вход операционного усилителя МС7 поступает постоянное напряжение, равное минимальному значению исследуемого сигнала. Положительное постоянное напряжение, равное размаху исследуемого сигнала, поступает на вход интегрирующего преобразователя, выполненного на микросхемах МС1-МС6 и транзисторах Т1, Т2. Преобразователь осуществляет преобразование постоянного напряжения во временной интервал и содержит интегратор на микросхеме МС5, который служит для интегрирования суммы измеряемого и образцового напряжений. Образцовое напряжение формируется на резисторе R13 с помощью образцовых токов, подключаемых к резистору через переключатель токов (диоды Д3-Д6) от генераторов токов на микросхемах МС2, МС3-1, МС6 и транзисторе Т1. Эти

токи стабилизируются стабилитронами Д1, Д7. Переключение токов осуществляется по сигналу компаратора (микросхема МС4), сравнивающего выходной сигнал интегратора, прошедший через делитель напряжения (резисторы R10, R7), с выходным сигналом формирователя треугольных импульсов, собранного на микросхеме МС1. Транзистор Т2 предназначен для формирования импульсов запуска формирователя импульсов треугольной формы. На выходе преобразователя формируется широтно-импульсно-модулированный сигнал, разность длительностей частей которого пропорциональна на измеряемому входному напряжению

$$T_1 - T_2 = T \frac{U_x}{U_0}, \quad (2)$$

где T - период импульсов треугольной формы;

U_x - измеряемое напряжение;

U_0 - образцовое напряжение;

T_1, T_2 - длительности частей выходного сигнала.

На микросхемах МС12-МС15 выполнен формирователь импульса, длительность которого равна длительности входного сигнала на уровне 0,5 амплитуды. Уровень 0,5 амплитуды формируется с помощью резисторного делителя R28, R29, R41, включенного между выходами детекторов максимума и минимума сигналов. Сигнал с резисторного делителя поступает на вход буферного каскада, выполненного на микросхеме МС12. На второй вход буферного каскада МС12 поступает исследуемый сигнал с высокочастотного разъема Ш2.

Последовательно включенные компараторы напряжения МС13, МС14, МС15 образуют два пороговых элемента, на выходе которых формируются логические перепады напряжения в моменты равенства исследуемого сигнала и опорного уровня.

С помощью резисторов R36 и R37 осуществляется изменение в некоторых пределах длительностей положительного и отрица-

тельного импульсов для компенсации погрешностей за счет прохождения их в цепях логических элементов цифрового измерителя временных интервалов. С помощью логического элемента МС17 осуществляется коммутация положительного и отрицательного импульсов при подаче соответствующего логического уровня 0 или 1 сигнала "Знак синхр." Через разъем Ш1 импульс поступает на вход преобразователя время-код.

6.3.3. Преобразователь время-код (рис.10 ТО1) преобразует длительности импульсов, поступающих от преобразователя напряжение-время, формирователя длительности и схемы синхронизации, в цифровой код. Выбор преобразуемого сигнала осуществляется с помощью переключателя В1, управляющего работой коммутатора логических сигналов. Коммутатор логических сигналов подает на схему выделения одного импульса один из трех сигналов, соответствующих заданному режиму измерения. Коммутатор логических сигналов представляет комбинационную схему, выполненную на микросхемах МС1, МС3, МС4, МС6-1, МС7-1. С выхода коммутатора логических состояний сигнал поступает на схему выделения одного импульса.

Схема выделения одного импульса по сигналу "Сброс" пропускает один импульс входной последовательности на свой выход. Она служит для формирования на своем выходе последовательности импульсов, равных по длительности входным, но с частотой не выше, чем частота импульсов "Сброс". Это необходимо для повышения точности измерения коротких длительностей методом усреднения единичных измерений. Повышение точности происходит за счет того, что уменьшается вероятность кратности частоты измеряемого сигнала и частоты кварцевого генератора. Схема выделения одного импульса собрана на микросхемах МС8, МС12. Выходной сигнал схемы выделения одного импульса поступает на схему совпадений (микросхемы МС17, МС19), осуще-

ствяющую заполнение преобразуемой длительности сигналом кварцевого генератора. Заполненная длительность поступает на блок управления индикацией (рис.14 Т01). Импульсы квантования поступают на схему совпадения с коммутатора частоты, который управляется сигналами блока управления индикацией. На выходе коммутатора может присутствовать одна из трех частот: 10, 1 МГц и 100 кГц. Выбор частоты осуществляется автоматически в зависимости от измеряемой длительности согласно табл.2 и 3. Коммутатор частоты выполнен на микросхемах МС19-2, МС20-1, МС7-2. Указанные выше три частоты формируются кварцевым генератором на 10 МГц (МС5) и декадными счетчиками МС9, МС13. Счетчики МС18, МС21, МС25 служат для формирования управляющих сигналов для калибратора, преобразователя напряжение-время, интегрирующего преобразователя.

Сигнал с выхода схемы выделения подается и на счетчик накопления, который предназначен для задания числа усредняемых единичных измерений и состоит из микросхем МС22-МС24, МС26, МС27, МС14-2, МС10-2, МС28. Счетчик накопления выдает команду на формирование импульсов "Сброс", "Перепись", блоку формирования в зависимости от необходимо числа накоплений, которое задается сигналами с блока управления индикацией.

Блок формирования импульсов "Сброс", "Перепись" использует для своей работы сигналы схемы выделения одного импульса, счетчика накопления и сигнал частотой 100 кГц от счетчика 1. При наличии сигнала на выходе схемы выделения одного импульса с заданной задержкой, определяемой емкостью счетчика (микросхемы МС16, МС17), на элементах И-НЕ (микросхемы МС6-2, МС14-1) формируются импульсы "Сброс" и "Перепись". Если отсутствует блокирующий сигнал от счетчика накопления, то эти

импульсы через микросхемы МС2, МС20-1 управляют элементами схем.

6.3.4. Блок управления индикацией (рис.14 ТО1) представлен на рис.6. Блок предназначен для автоматического выбора диапазонов измерения и формирования управляющих сигналов для блока индикации (рис.15 ТО1).

Заполненная преобразуемая длительность в виде пачки импульсов поступает на информационный счетчик, представляющий собой пять двоично-десятичных счетчиков (МС1-МС5). Двоично-десятичный код импульсом "Перепись" заносится в схему памяти (микросхемы МС30-МС32).

По состоянию информационного счетчика осуществляется выбор диапазона измерения с помощью схемы выбора диапазонов (микросхемы МС7-МС9, МС13, МС14, МС11). Выбор нового диапазона измерения происходит при переполнении счетчика и при его недополнении до числа девяносто. Выбор числа девяносто обеспечивает перекрытие диапазонов, тем самым повышая стабильность отсчетов, попадающих на стык диапазонов. Выбор диапазона осуществляется в соответствии с табл.2 и 3.

Состояние счетчика МС6, МС11 определяет выбор диапазона измерения временных интервалов, а состояние триггеров МС14, МС11 и сигналы от аттенватора тракта вертикального отклонения "1:1", "1:10", "1:100", "Внеш.делитель" определяет диапазон измерения напряжений.

Состояние этих сигналов дешифрируется комбинационной схемой, собранной на микросхемах МС10, МС13, МС15, МС16, МС18-МС23, которая формирует сигналы управления счетчиком накопления, коммутатором частоты преобразователя время-код, индикатором размерности и дешифратором блока индикации.

Таблица 2

Измеряемое напряжение, V	Состояние индикации	Частота заполнения, MHz	Вид индикации
0,02-0,0999	I:I	10	00,0
0,1 - 0,2	I:I	I	000
0,2 - 0,999	I:10	10	000
1 - 2	I:10	I	0,00
2 - 9,99	I:100	10	0,00
10 - 20	I:100	I	00,0
20 - 99,9	I:1000	10	00,0
100 - 200	I:1000	I	000

Таблица 3

Поддиапазоны	Число усреднений	Частота заполнения, MHz	Код счетчика поддиапазонов	Вид индикации
До 999 <i>ns</i>	10000	10	III	000
0,9-9,99 <i>ms</i>	1000	10	0II	0,00
9-99,8 <i>ms</i>	100	10	10I	00,0
90-999 <i>ms</i>	10	10	00I	000
99-9,99 <i>ms</i>	I	10	110	0,00
9-99,9 <i>ms</i>	I	I	010	00,0
90-999 <i>ms</i>	I	0,1	100	000
			000	

Блок управления индикацией содержит также ждущий мультивибратор для формирования сигнала длительностью приблизительно 13 , блокирующего поступление импульсов "Перепись" на схеме памяти и препятствующего более частой смене информации на цифровом индикаторе. Мультивибратор выполнен на микросхемах МС12, МС14, МС17.

6.3.5. Блок индикации (рис.15 ТО1) предназначен для индикации размерности и результата измерения в виде трехразрядного десятичного числа. Содержит дешифратор (микросхемы МС1-МС3) двоично-десятичного кода в код семисегментного индикатора цифровой индикатор (микросхемы МС4-МС6) и светодиоды для индикации размерности (диоды Д1-Д5).

6.4. Электронно-лучевой индикатор и схема управления ЭЛТ

6.4.1. Усилитель подсвета (рис.5 ТО1) формирует импульсы подсвета прямого хода развертки.

Прямоугольные импульсы, длительность которых равна длительности прямого хода развертки, поступает на инвертор, собранный на микросхеме МС1-1. Этот инвертор нагружен на эмиттерные повторители, собранные на микросхеме МС1-2 и транзисторе Т1.

С выходов эмиттерных повторителей сигнал поступает на усилительный каскад, собранный на транзисторах Т2-Т4 и выполненный по каскадной схеме с параллельной обратной связью, которая позволяет повысить линейность усилителя. С выхода этого каскада сигнал через интегрирующую цепочку R17, C8, R16 поступает на эмиттер модуляционного транзистора Т5. Одновременно схема на транзисторах Т5 и Т6 является схемой высокочастотного импульсного генератора. Высокочастотный сигнал, промодулированный низкочастотными импульсами подсвета, и немодулированный импульс подсвета с коллектора Т4 поступают на демодулирующее устройство в схеме управления ЭЛТ.

6.4.2. В схеме управления ЭЛТ (рис.1 Т01) в качестве индикатора используется электронно-лучевая трубка (ЭЛТ) ПЛЮ9И с размером экрана 60x80mm (8x10 делений). Напряжение накала 6,3 V поступает на ЭЛТ с преобразователя напряжения У14. С него же на ЭЛТ поступает напряжение после ускорения 8000 V, а также напряжение минус 950 V на схему управления. Режим ЭЛТ задается делителем (резисторы R3, R6-R13, диод Д2 платы III).

Фокусировка луча осуществляется с помощью резистора R2 (плата П2), дополнительная фокусировка - резистором R11 (плата III). С помощью резистора R7 (плата III) устраняются геометрические искажения ЭЛТ.

Регулировка яркости производится следующим образом. На схему демодулятора платы П2 поступают импульсы подсвета. Импульс подсвета без модуляции через конденсатор C1 (плата П2) поступает непосредственно на модулятор ЭЛТ. Модулированные импульсы подсвета через конденсатор C2 (плата П2) поступают на выпрямитель Д1, Д2 (плата П2), где выделяется

оглибающая, смешиваются с немодулированным импульсом подосвета и далее поступают на модулятор ЭЛТ. Яркость регулируется изменением постоянной составляющей сигнала на модуляторе с помощью резистора R8 (плата П2). Резистором R7 (плата П2) устанавливается начальная яркость. Стабилитроны Д3 и Д4 (плата П2) стабилизируют потенциал катода ЭЛТ минус 800 В. Диод Д5 защищает от перегрузки цепь катод-модулятор ЭЛТ. Резистор R1 предназначен для выравнивания потенциалов между катодом и нитью канала.

Для совмещения линии развертки и вертикальных линий с сеткой экрана служат корректирующие катушки индуктивности L1 - L3, токи в которых регулируются резисторами R1 и R2 (плата П).

6.5. Блок вторичного электропитания

6.5.1. Блок вторичного электропитания состоит из блока питания низковольтной части прибора (рис.9 Т01) и преобразователя напряжения для питания ЭЛТ (рис.16 Т01).

Блок питания низковольтной части прибора предназначен для преобразования сетевых напряжений $(220 \pm 22) V$ частотой 50-60 Hz и $(220 \pm 11) V$ частотой 400 Hz, и постоянного напряжения $(27 \pm 2,7) V$ и необходимые для работы прибора выходные напряжения: +12 V, минус 12 V, +5 V (I), минус 6 V; +5 V (II), минус 24 V, +80 V.

Преобразователь напряжения обеспечивает получение напряжений 6,3; минус 960 и +8000 V, необходимых для питания ЭЛТ.

6.5.2. При работе блока питания низковольтной части

осциллографа (рис.9 ТО1) от сети переменного тока напряжение 220 V частотой $50\text{--}400\text{ Hz}$ подается на контакты IA, IB розетки III и далее, через тумблер VI, поступает на первичную обмотку сетевого трансформатора, причем, с помощью розетки III осуществляется следующая коммутация: выводы 2 и 4 соединяются между собой, сетевое напряжение подается на выводы I-6 сетевого трансформатора.

Со вторичных обмоток сетевого трансформатора напряжение поступает на печатные платы П1 и П2, где происходит выпрямление и фильтрация выходных напряжений.

Схема, размещенная на печатной плате П1, предназначена для выпрямления и фильтрации напряжения $+9\text{ V}$, питающего стабилизатор напряжения $+5\text{ V}$ с током $1,2\text{ A}$. Схема содержит диоды Д1, Д2 и конденсаторы С1-С3 для фильтрации выпрямленного напряжения.

Схема, размещенная на печатной плате П2, предназначена для выпрямления и фильтрации остальных напряжений, а также для осуществления с помощью имеющегося на ней разъема связи между блоком питания и сборочной платой осциллографа.

С помощью микросхемы МС1 и конденсатора С1 осуществляется выпрямление и фильтрация напряжения $+18\text{ V}$ для питания стабилизатора напряжением $+12\text{ V}$ с током $0,3\text{ A}$. С помощью микросхемы МС2 и конденсатора С2 осуществляется выпрямление и фильтрация напряжения минус 18 V для питания стабилизатора напряжения минус 12 V с током $0,2\text{ A}$. Диоды Д1-Д4 и конденсатор С3 осуществляют выпрямление и фильтрацию напряжения минус 30 V для питания стабилизатора напряжения минус 24 V , которое используется для питания преобразователя напряжения. Микросхема МС3 и конденсатор С5 осуществляют выпрямление и фильтрацию напряжения минус 10 V для питания стабилизатора

напряжения минус 6 В с током 0,18 А. На диодах Д5–Д8 собран выпрямитель напряжения +80 В, которое после фильтраций П – образным фильтром (конденсаторы С6, С7 и резистор R1) стабилизируется схемой на транзисторах Т1–Т3. Выпрямленные напряжения через соединительный жгут поступают на плату П3, на которой находятся оконечные стабилизаторы. Все оконечные стабилизаторы собраны на мощных интегральных микросхемах типов I42ЕН3 и I42ЕН5.

На микросхеме МС2 собран стабилизатор напряжения +12 В, на микросхеме МС3 собран стабилизатор напряжения +5 В (0,05 А), на микросхеме МС4 собран стабилизатор минус 12 В.

Микросхема МС5 обеспечивает стабилизацию напряжения минус 24 В. Микросхемы МС6 и МС7 соответственно стабилизируют выходные напряжения минус 6 и +5 В с током 1,2 А.

На печатной плате П3, кроме стабилизаторов напряжения, собран задающий генератор и установлена микросхема МС1 (286ЕП) для обеспечения работы прибора от 27 В постоянного напряжения.

Все микросхемы, расположенные на плате П3, через специальные переходные устройства соединены с радиатором блока, имеющим ребрения для передачи тепла окружающей среде.

Для обеспечения работы прибора от постоянного напряжения 27 В необходимо подключить к прибору кабель с гравировкой 27 В. При подключении кабеля с помощью розетки III производится коммутация первичной обмотки сетевого трансформатора: контакты 3Б и 4А соединяются соответственно с контактами 6Б и 6А, контакт 5А соединяется с контактом 7Б, контакт 2А соединяется с контактом 7А, контакт 2Б соединяется с контактом 8А.

При включении тумблера VI питание через сетевой фильтр,

находящийся на объединительной плате осциллографа, подается на задающий генератор, работающий на частоте 400 Hz , который питает микросхему МС1. В качестве выходного трансформатора преобразователя используется сетевой трансформатор, со вторичных обмоток которого снимаются соответствующие напряжения, поступающие на печатные платы П1 и П2 для выпрямления и фильтрации. В дальнейшем работа блока питания происходит аналогично работе от сети переменного тока напряжением 220 V.

6.5.3. Преобразователь напряжения (рис.16 ТО1) предназначен для формирования напряжения питания электронно-лучевой трубки. На вход преобразователя поступает стабилизированное напряжение минус 24 V от блока питания низковольтной части.

Преобразователь напряжения формирует на своих выходах следующие напряжения:

- 1) переменное стабилизированное напряжение 6,3 V для питания накала;
- 2) постоянное напряжение минус 950 V для питания катода ЭЛТ;
- 3) постоянное напряжение +8000 V для питания пятого анода ЭЛТ.

Все напряжения стабилизированы вследствие стабилизации входного питающего напряжения минус 24 V .

Преобразователь напряжения собран по двухтактной схеме автогенератора с одной базовой обмоткой. Данная схема имеет улучшенные характеристики запуска при отрицательной температуре окружающего воздуха. Для снижения уровня помех служит фильтр, состоящий из конденсаторов С1, С2 и дросселя Др1, кроме того, весь преобразователь помещен в глухой экран и залит компаундом.

С выходной обмотки трансформатора (выводы 12-15) напря-

жение поступает на однополупериодный выпрямитель Д4 и сглаживающий П-образный фильтр С6, С7, R7 на входе которого формируется напряжение минус 950 В при токе 1 мА для питания катода ЭЛТ. С обмотки I2-I6 переменное напряжение через резистор R1 подается на плату П2 преобразователя для получения напряжения +8000 В путем умножения на семь с помощью диодов Д1-Д7 и конденсатора С1-С7.

Резистор R1, установленный на плате П2, совместно со входной емкостью ЭЛТ обеспечивает фильтрацию выходного напряжения и ограничивает на безопасных пределах ток при случайных коротких замыканиях.

7. МАРКИРОВАНИЕ И ПЛОМБИРОВАНИЕ

7.1. Осциллограф имеет следующую маркировку:

на передней панели: условное обозначение осциллографа; надписи, поясняющие назначение разъемов, кнопок переключателей, положений ручек;

на задней панели: пояснения для включения в сеть питания; номиналы предохранителей;

на боковой планке: порядковый номер и год выпуска осциллографа, а также графический символ, поясняющий назначение отверстия под планкой;

7.2. Места пломбирования: винты на боковых стенках осциллографа, фиксирующие крышки корпуса.

8. ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

8.1. Приведение осциллографа в состояние готовности к эксплуатации

8.1.1. Перед началом эксплуатации проведите внешний осмотр осциллографа, для чего:

- 1) проверьте отсутствие механических повреждений на корпусе осциллографа;
- 2) проверьте наличие и прочность крепления органов управления и коммутации, четкость фиксации их положения, наличие предохранителей;
- 3) проверьте наличие полного комплекта принадлежностей согласно разделу 4 или описи укладки;
- 4) проверьте чистоту гнезд, разъемов, клемм;
- 5) проверьте состояние соединительных проводов, кабелей, лакокрасочного покрытия, четкость маркировочных надписей;
- 6) проверьте отсутствие отсоединяющихся или слабо закрепленных элементов внутри прибора (определите на слух при наклонах осциллографа).

Осциллограф, имеющий дефекты, бракуется и направляется в ремонт.

8.2. Особенности эксплуатации

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

8.2.2. После длительного хранения или транспортирования в условиях повышенной влажности осциллограф перед включением выдерживается в нормальных условиях не менее 8 ч .

8.2.3. Приступая к работе с осциллографом необходимо внимательно изучить все разделы настоящего ТО.

Перед включением осциллографа должны быть выполнены меры безопасности, изложенные в разделе 9.

Во время работы осциллограф должен быть установлен так, чтобы вентиляционные отверстия на крышках осциллографа не закрывались посторонними предметами.

ВНИМАНИЕ! При визуальном наблюдении формы исследуемых сигналов на экране ЭЛТ один и тот же сигнал может иметь два устойчивых размера изображения как по горизонтали, так и по вертикали, отличающихся приблизительно в 1,8 раза. Это обусловлено принципом построения схем автоматической установки размеров изображения. Точность измерений обеспечивается с помощью блока цифровых измерений.

9. УКАЗАНИЯ МЕР БЕЗОПАСНОСТИ

9.1. По степени защиты от поражения электрическим током осциллограф соответствует классу I в соответствии с ГОСТ 12.2.007.0-75.

9.2. При эксплуатации, ремонте и настройке осциллографа следует учитывать наличие внутри него напряжений, опасных для жизни человека, поэтому категорически запрещается работа

прибора со снятыми крышками.

9.3. Все перепайки в осциллографе необходимо производить при нажатом положении ручки СЕТЬ, а при перепайках в блоке питания, ввиду опасности поражения напряжением сети, необходимо вынимать из розетки вилку кабеля питания.

9.4. При измерениях в цепях схемы управления ЭЛТ необходимо использовать высоковольтные пробники, так как там присутствуют высоковольтные напряжения минус 950 и +8000 V. Следует помнить, что напряжение +8000 V сохраняется в течение длительного времени после выключения осциллографа.

9.5. Все блоки осциллографа, находящиеся под высоким напряжением, имеют защитные экраны, маркированные знаком

" ⚡ ".

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. Слева от экрана ЭЛТ расположены следующие органы управления и присоединения тракта вертикального отклонения:

1) гнездо "1 MΩ , 35pF " для подачи сигналов на вход осциллографа;

- 2) ручка " \updownarrow " для смещения изображения сигнала по вертикали;
- 3) кнопка " \perp " для заземления входа осциллографа;
- 4) кнопка " \mathcal{L}, \mathcal{M} " для сужения полосы пропускания тракта вертикального отклонения;
- 5) кнопка " $\sim, \bar{\sim}$ " для включения открытого или закрытого входов тракта вертикального отклонения;
- 6) введенные под шлиц резисторы БАЛАНС I и II для балансировки усилителя вертикального отклонения.

10.1.3. Под экраном ЭЛТ расположены следующие органы управления:

- 1) ручка СЕТЬ для включения и отключения осциллографа;
- 2) ручка " \odot " для регулировки яркости луча ЭЛТ;
- 3) ручка " \odot " для фокусировки луча ЭЛТ;
- 4) ручка " \longleftrightarrow " для смещения изображения по горизонтали.

10.1.4. В зоне ИЗМЕРЕНИЯ сгруппированы следующие органы управления и присоединения блока цифровых измерений:

- 1) гнездо "1,2 V , 1 KHz " (выход калибратора);
- 2) кнопка " $\mathcal{L}, \bar{\sim}$; \mathcal{L}, \sim " для управления видом выходного сигнала калибратора (импульсный сигнал или постоянное напряжение) или измерения импульсных или гармонических сигналов;
- 3) кнопка ПЕРИОД, ДЛИТ. для выбора временных измерений (период или длительность);
- 4) кнопка НАПР., ВРЕМЯ для выбора режима измерений цифрового блока (напряжение или время);
- 5) введенный под шлиц резистор ∇I для калибровки измерителя в режиме измерения напряжения;
- 6) введенный под шлиц резистор ∇II для калибровки измерителя в режиме измерения напряжения;

7) трехразрядный цифровой индикатор для индикации величин измеренного параметра;

8) индикатор из пяти светодиодов $mV, V, nS, \mu S, mS$ для индикации размерности измеряемого параметра (милливольты, вольты, наносекунды, микросекунды, миллисекунды).

10.1.5. В зоне СИНХР., расположенной справа от зоны ИЗМЕРЕНИЯ, находятся следующие органы управления и присоединения блока синхронизации:

1) гнездо "⊖" "ВНЕШ." для подачи внешнего синхронизирующего сигнала;

2) кнопка ВНУТР.ВНЕШ., для переключения режима внешней синхронизации;

3) кнопка АВТ,РУЧ. для выбора режима работы схемы синхронизации;

4) кнопка "+,-" для выбора полярности сигнала синхронизации;

5) ручка УРОВЕНЬ для выбора уровня запуска схемы синхронизации в ручном режиме.

10.1.6. На правой боковой стенке прибора выведен под шлиц резистор "⊞" для регулировки астигматизма.

10.1.7. На задней панели прибора расположены:

1) розетка СЕТЬ для подключения шнуров питания;

2) гнезда 1А, 1А, 3А для установки предохранителей;



3) клемма "⊥" для заземления корпуса осциллографа.

10.2. Установка осциллографа на рабочем месте

10.2.1. При установке осциллографа на рабочем месте ручка переноса, закрепленная на боковых стенках, используется как

подставка. Чтобы установить осциллограф под удобным для оператора углом наклона, необходимо нажать **СТОПОРН**, установленные в основании ручки переноса прибора, затем повернуть ручку на требуемый угол и опустить **СТОПОРН**, при этом ручка зафиксируется в выбранном положении.

10.2.2. Перед включением осциллографа органы управления, расположенные на передней панели, установите в следующие положения:

- 1) ручку **СЕТЬ** нажмите;
- 2) ручку  в среднее положение;
- 3) ручку  в среднее положение;
- 4) ручку  в среднее положение;
- 5) кнопку  отожмите;
- 6) кнопку **ВНУТР., ВНЕШ.** отожмите;
- 7) ручку  в среднее положение;
- 8) кнопку  отожмите.

Остальные органы управления могут быть в произвольных положениях.

Примечание. Изменение положений всех ручек, кроме ручки **СЕТЬ**, производится вращением.

II. ПОРЯДОК РАБОТЫ

II.1. Включение осциллографа



II.1.1. Перед включением осциллографа убедитесь в наличии предохранителей на его задней панели и их соответствии маркировочным надписям.

Заземлите клемму "  " осциллографа.

Для подключения осциллографа к сети переменного тока напряжением 220 V или к источнику постоянного тока напряжением 27 V используйте шнуры питания с соответствующей маркировкой.

II.1.2. Соедините шнур питания с источником питающего напряжения и потяните ручку СЕТЬ на себя.

В результате включения осциллографа должны загореться сегменты цифрового индикатора, а с некоторой задержкой на экране ЭЛТ должна появиться линия развертки.


Ручками "  " и "  " добейтесь оптимальной яркости и фокусировки луча на экране ЭЛТ, подключая при необходимости на вход осциллографа нагрузку 50 Ω из комплекта поставки.

II.2. Подготовка к проведению измерений

II.2.1. Подготовка осциллографа к проведению измерений начинается через 15 min после его включения.

Исходное состояние всех кнопок на передней панели — отжатое.

II.2.2. Балансировка усилителя вертикального отклонения осуществляется следующим образом:

- 1) нажмите кнопку "  " ;
- 2) с помощью регулировок БАЛАНС I и II добейтесь режима работы, при котором вертикальное перемещение линии развертки на

экране ЭЛТ не более 0,2 деления шкалы;

3) отпустите кнопку " \perp ";

4) ручкой " \updownarrow " установите линию развертки луча на центральную горизонтальную линию шкалы ЭЛТ.

II.2.3. Калибровка цифрового измерителя в режиме измерения напряжения осуществляется следующим образом:

1) подайте на вход "I M Ω , 35 pF" сигнал калибратора с выхода "I,2 V , 1 KHz ";

2) нажмите кнопку НАПР ВРЕМЯ; кнопка " \square ; \square " отжата;

3) регулировкой ∇ I установите на цифровом индикаторе отсчет 1,20 V ;

4) нажмите кнопку " \sim , \approx ";

5) регулировкой ∇ II установите на цифровом индикаторе отсчет 1,20 V (допускается отклонение показаний на ± 1 (единицу счета);

6) отпустите кнопку " \sim , \approx " и далее, повторяя операции по пп.3), 4),5), добейтесь режима работы цифрового измерения, при котором отсчет составляет 1,20 V и не изменяется при переключении кнопки " \sim , \approx ".

П р и м е ч а н и е. В режиме измерения времени калибровка измерителя не производится.

II.2.4. Компенсация внешнего делителя I:10 осуществляется следующим образом:

1) подключите делитель I:10 на входное гнездо "I M Ω , 35 pF ";

2) подсоедините вход внешнего делителя I:10 к выходному гнезду калибратора "I,20 V , 1 KHz " через наконечник;

3) вращая подстроечный конденсатор, расположенный в корпусе внешнего делителя, обеспечьте равномерность вершины на изображении импульсного сигнала калибратора на экране ЭЛТ.

II.3. Проведение измерений

II.3.1. Автоматическое измерение амплитуды (размаха) исследуемых сигналов осуществляется следующим образом:

- 1) кнопкой " \approx , \sim " выберите требуемый вид связи источника исследуемого сигнала с усилителем вертикального отклонения осциллографа;
- 2) кнопкой " Λ , \mathcal{M} " выберите требуемую полосу пропускания усилителя вертикального отклонения осциллографа;
- 3) нажмите кнопку НАПР., ВРЕМЯ;
- 4) производите калибровку цифрового измерителя, как указано в п. II.2.3 не реже одного раза в час для получения минимальной погрешности измерения;
- 5) подайте исследуемый сигнал на вход "I M Ω , 35 pF";
- 6) прочтите значение амплитуды (размаха) исследуемого сигнала на цифровом индикаторе.

Примечания: I. При нажатии кнопки " Λ , \mathcal{M} "

1. полоса пропускания усилителя вертикального отклонения сужается до 1 MHz, что устраняет влияние высокочастотных наводок при измерении амплитуды низкочастотных сигналов.
2. Максимальное расчетное время измерения амплитуды низкочастотных сигналов не превышает 10 s.
3. При измерении амплитуды импульсных или гармонических сигналов кнопка " \sqcup , $\sqcup\sqcup$ " должна быть установлена в соответствующее положение.

II.3.2. Автоматическое измерение периода и длительности исследуемого сигнала осуществляется следующим образом:

- 1) подайте исследуемый сигнал на вход "I MΩ , 35 pF";
- 2) прочтите значение периода исследуемого сигнала на цифровом индикаторе, при этом кнопка НАПР. ВРЕМЯ должна быть отжата;
- 3) нажмите кнопку ПЕРИОД, ДЛИТ.;
- 4) прочтите на цифровом индикаторе значение длительности импульса положительной полярности;
- 5) нажмите кнопку "+, -";
- 6) прочтите на цифровом индикаторе значение длительности импульса отрицательной полярности.

Примечание. В режиме измерения длительности импульса время измерения в секундах определяется выражением

$$t_{\text{изм}} = \frac{2K}{f_{\text{сиг}}}, \quad (3)$$

где $K = 10^4$ при $t_{\text{и}} \leq 10^{-6} \text{ с}$,

$K = 10^3$ при $t_{\text{и}} \leq 10^{-5} \text{ с}$,

$K = 10^2$ при $t_{\text{и}} \leq 10^{-4} \text{ с}$

($t_{\text{и}}$ — длительность измеряемого импульса);

$f_{\text{сиг}}$ — частота сигнала.

II.3.3. Измерение амплитудных параметров сигнала по шкале экрана производится следующим образом:

- 1) измерьте амплитуду исследуемого сигнала по методике, изложенной в п. II.3.1;
- 2) снимите вертикальный размер изображения сигнала в делениях шкалы экрана;
- 3) определите цену деления шкалы экрана по вертикали пу-

тем деления показания цифрового индикатора на вертикальный размер изображения сигнала;

4) снимите линейный размер изображения исследуемой части сигнала;

5) определите результат измерения путем умножения цены деления шкалы на линейный размер изображения измеряемой части сигнала.

II.3.4. Измерение временных параметров сигнала по шкале экрана осуществляется следующим образом:

1) измерьте период или длительность исследуемого сигнала, как указано в п. II.3.2;

2) снимите горизонтальный размер периода или длительности исследуемого сигнала в делениях шкалы экрана по его изображению;

3) определите цену деления шкалы экрана по горизонтали путем деления показаний цифрового индикатора на линейный размер периода или длительности исследуемого сигнала;

4) снимите линейный размер изображения исследуемой части сигнала;

5) определите результат измерения путем умножения цены деления шкалы на линейный размер изображения измеряемой части сигнала.

II.3.5. Проверка внешней синхронизации производится следующим образом:

1) подайте от генератора ГЗ-112/1 сигнал частотой 1 КHz одновременно на вход "I МΩ , 35 pF" и вход внешней синхронизации, через тройник СР-50-95 ФВ ;

2) нажмите кнопки ВНУТР., ВНЕШ. и ВРЕМЯ , НАПР. ;

3) установите по показаниям цифрового индикатора величину сигнала генератора IV и убедитесь в устойчивости изображения

сигнала на экране ЭЛТ;

4) проверьте устойчивость изображения сигнала на частотах 20 Hz и 10 MHz ;

5) повторите проверку при величине сигнала 10V .

При всех проверках нестабильность изображения сигнала по горизонтали не должна превышать 0,1 деления шкалы.

12. УКАЗАНИЯ ПО УСТРАНЕНИЮ НЕИСПРАВНОСТЕЙ

12.1. Общие указания

12.1.1. Ремонт осциллографа должен производиться в условиях радиоизмерительной 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 $(1 \pm 0,1) \text{ M}\Omega$.

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

12.1.5. На рабочих местах при ремонте сборочных единиц осциллографа, содержащих в своем составе полупроводниковые приборы (ПП) и интегральные микросхемы (ИС) должны быть вывешены предупредительные таблички: "Без браслетов с резистором 1 MΩ в цепи заземления не работать!"

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

12.1.7. На рабочих местах должно быть укреплено антистатическое заземление (лист металла с токопроводящим покрытием размером 200x100x1,5 мм, подключенный к заземленной

шине через резистор с сопротивлением $(1 \pm 0,1) \text{ M}\Omega$.

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

не допускать непосредственного касания руками обнаженных электрических цепей сборочной единицы.

12.1.10. При ремонте осциллографа запрещается использовать для измерения электрического сопротивления цепей, содержащих ПИ и ИС, цифровые омметры и тестеры с измерительным напряжением свыше $1,5 \text{ V}$.

12.2. Меры безопасности при ремонте осциллографа

12.2.1. При ремонте необходимо соблюдать меры безопасности, изложенные в разделе 9.

12.3. Порядок разборки осциллографа

Для проведения ремонта осциллографа необходимо снять верхнюю крышку, открутив четыре крепящих винта. Дальнейшая разборка осциллографа для получения доступа к отдельным блокам легко проводится после ознакомления с разделом 5 ТУ.

12.4. Возможные неисправности и методы их устранения

12.4.1. Лицам, приступающим к ремонту, необходимо ознакомиться с конструкцией и принципом действия осциллографа, а также назначением и работой отдельных сборочных единиц по техническому описанию и инструкции по эксплуатации.

При отыскании неисправностей рекомендуется проверять работу отдельных сборочных единиц осциллографа, пользуясь картами напряжений, приведенными в приложении I. При измерении напряжений необходимо пользоваться щупом с заостренным наконечником для того, чтобы можно было проколоть непроводящий слой защитного покрытия плат. После проведения измерений

платы должны быть подвергнуты дополнительной влагозащите.

Кроме того, после замены неисправных элементов места паяк их тоже должны быть подвергнуты влагозащите.

12.4.2. При отыскании неисправностей в цифровой части осциллографа необходимо руководствоваться следующими правилами:

для широко используемых микросхем, выполняющих функцию И-НЕ, характерным признаком выхода из строя является сохранение на выходе логической единицы при наличии логической единицы на всех входах или логического нуля при наличии логического нуля хотя бы на одном из входов микросхемы;

характерным признаком выхода из строя триггера является наличие логического нуля или единицы на прямом и инверсном входах одновременно.

12.4.3. В табл.4 приведены наиболее характерные неисправности, вероятные причины неисправностей и методы их устранения.

Таблица 4

Внешнее проявление неисправности и дополнительные признаки	Вероятная причина	Метод устранения
I. При включении не загораются цифровые индикаторы	I.1. Неисправен кабель питания "220 V" ("27 V")	Обнаружьте и устраните неисправность кабеля питания
	I.2. Перегорела вставка плавкая	Замените неисправную вставку плавкую
	I.3. Неисправен тумблер	Замените тумблер

Продолжение табл.4

Внешнее проявление неисправности и дополнительные признаки	Вероятная причина	Метод устранения
2. После включения	тевой тумблер VI блока вторичного электропитания I.4. Отсутствует электрический контакт в разъеме Ш2 устройства индикации	П2Т-I-I Проверьте на отсутствие деформации контакт 2 в корпусе разъема Ш2 и устраните дефект или замените контакт. Проверьте штырь 2 колодки Ш4 устройства управления индикацией (VII, рис. I6 Т0) на отсутствие на нем лака. Обнаруженный лак необходимо осторожно снять, сохранив покрытие штыря
	I.5. Обломан провод I в месте пайки на плате устройства индикации (U12, рис. I7 Т0)	Запаяйте провод I в отверстие I на плате U12 Замените неисправный

Продолжение табл.4

Внешнее проявление неисправности и дополнительные признаки	Вероятная причина	Метод устранения
на экране ЭЛТ отсутствует линия развертки	<p>питающее напряжение "12V" ("12V") на контакте 3,В (4,Г) разъема Ш10 платы объединительной (П1, рис.1 ТО)</p> <p>2.2. Отсутствует электрический контакт в разъеме Ш5 платы управления ЭЛТ (П2, рис.1 ТО)</p> <p>2.3. Нет напряжений питания на электродах ЭЛТ</p> <p>2.4. Отсутствует электрический контакт в разъеме Ш1 линии задержки (ЛЗ1,</p>	<p>стабилизатор напряжения MC2 (MC4) блока вторичного электропитания (У13, рис.19, 20 ТО)</p> <p>Проверьте контакты 1, 3 разъема Ш5 П2 и штыри 1, 3 колодки Ш2 усилителя подсвета (У9,рис.11 ТО)</p> <p>Проверьте наличие контакта в цокольном разъеме ЭЛТ.</p> <p>Проверьте исправность высоковольтного кабеля, наличие механического контакта кабеля с анодом 5 ЭЛТ. Устраните неисправность</p> <p>Проверьте контакты разъема Ш1 и штыри колодки Ш6 усилителя вертикального от-</p>

Продолжение табл.4

Внешнее проявление неисправности и дополнительные признаки	Вероятная причина	Метод устранения
3. На экране ЭЛТ вместо развертки светящееся пятно (точка) или короткая развертка	рис.1 ТО1): обрыв или замыкание в ее цепях 3.1. Отсутствует электрический контакт в разъеме Ш4 (рис.1 ТО1), в цокольном разъеме ЭЛТ	клонения (У2, рис.5 ТО) Проверьте контакты в разъеме Ш4 осциллографа и штыри в колодке Ш2 усилителя Х (У8, рис.12 ТО). Проверьте наличие контакта в цокольном разъеме ЭЛТ. Восстановите контакт
4. Линия развертки не смещается по вертикали	4.1. Отсутствует электрический контакт в разъеме Ш1, Ш2, Ш3 выходного усилителя вертикального отклонения (У3, рис.6 ТО) 4.2. Отсутствует электрический контакт в разъеме Ш2 аттенюатора (У1, рис.3 ТО)	Проверьте контакты разъема Ш1 и штыри колодки Ш7 усилителя вертикального отклонения (У2, рис.5 ТО), крепление разъемов Ш2 и Ш3 на выводах Д1 и Д2 ЭЛТ Проверьте контакт 2 в разъеме Ш2 аттенюатора и соответствующий штырь в колодке Ш2 усилителя

Продолжение табл.4

Внешнее проявление неисправности и дополнительные признаки	Вероятная причина	Метод устранения
	<p>4.3. Неисправен переменный резистор " ↓ "</p>	<p>вертикального отклонения (У2) Замените резистор R63 на плате усилителя вертикального отклонения (У2)</p>
<p>б. Линия развертки не смещается по горизонтали</p>	<p>Неисправен переменный резистор " ← "</p>	<p>Замените резистор KI на плате управления ЭЛТ (П2, рис. I T0I)</p>
<p>б. На индикаторном табло не загорается сегмент одного из разрядов или разряд индикатора</p>	<p>Отсутствует электрический контакт в разъемах Ш1, Ш2 устройства индикации (У12, рис. I7 T0)</p>	<p>Проверьте контакты в разъемах Ш1, Ш2 устройства индикации и штыри в колодках Ш3, Ш4 устройства управления индикацией (У11, рис. I6 T0). Восстановите контакт</p>
	<p>б.2. Неисправен светодиод Д1-Д5, цифровой индикатор МС4-МС6, дешифратор МС1-МС3 устройства индикации (У12)</p>	<p>Замените неисправный элемент</p>

Продолжение табл.4

Внешнее проявление неисправности и дополнительные признаки	Вероятная причина	Метод устранения
7. Непрерывное подергивание изображения сигнала, сильно искажена его форма	Неисправен геркон электромагнитного реле P1...P7 платы П1 аттенюатора (У1, рис.3 Т0)	Замените неисправный геркон
8. Не устанавливается значение I, 20 V при калибровке осциллографа (показание цифрового измерителя не меняется при использовании регуляров)	Вышли из строя: 1. Микросхема МС3 платы П2 преобразователя напряжение-время (У7, рис.14 Т0); 2. микросхема МС25 преобразователя время-код (У10, рис.15 Т0)	Замените неисправную микросхему I59HT1B Замените неисправную микросхему I33IE2

13. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

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

13.2. Для обеспечения надежной работы в течение длительного периода эксплуатации осциллограф подвергается двум видам профилактического осмотра.

13.3. Профилактический осмотр № 1 производится на месте эксплуатации осциллографа не реже одного раза в квартал и состоит в проведении внешнего осмотра прибора в соответствии с разделом 8 и проверке его работоспособности в соответствии с разделом II.

13.4. Профилактический осмотр № 2 проводится службами ремонта и поверки не реже одного раза в год и состоит в проверке соответствия осциллографа техническим данным.

При осмотре № 2 устраните пыль продувкой сухим воздухом, произведите контрольную проверку электрических параметров осциллографа в соответствии с указаниями раздела I4.

Внесите результаты технического обслуживания в формуляр.

П р и м е ч а н и е. При профилактических осмотрах вскрытие осциллографа производится после истечения гарантийного срока.

14. ПОВЕРКА ОСЦИЛЛОГРАФА

Настоящий раздел составлен в соответствии с ГОСТ 8.311-78 и устанавливает методику первичной и периодической поверок осциллографа автоматизированного С9-7.

Первичная поверка проводится при выпуске из производства и ремонта.

Периодическая поверка должна проводиться один раз в год при эксплуатации и один раз в два года при хранении.

14.1. Операции и средства поверки

14.1.1. При проведении поверки должны производиться

операции и применяться средства поверки, указанные в табл.5.

Таблица 5

Номер пункта раздела поверки	Наименование операций, производимых при поверке	Повер-яемые отмет-ки	Допускаемое значение погрешности или предель-ные значения определяемых параметров	Средство поверки	
				образ-цовое	вспомо-гатель-ное
I4.3.1	Внешний осмотр				
I4.3.2	Опробование				ГЗ-ИИ2/1
I4.3.3	Определение метрологи-ческих па-раметров:				
I4.3.3.1	определение основной погрешности установки напряжения калибратора	1,2 V	(1,2±0,012)V	B7-28	
I4.3.3.2	определение основной погрешности автоматиче-ского изме-рения ампли-туды (напряже-ния) сигналов	20, 500 Hz 1,10, 100, 500 kHz 1,2,5, 10 MHz : 20,100mV 1,3,10 100 V	±5 %	B3-49 ИИ-9	ГЗ-ИИ2/1 Ф-1 Делитель 1:10 Фильтр

Продолжение табл. 5

Номер пункта раздела поверки	Наименование операций, производимых при поверке	Повреждаемые отметки	Допускаемое значение погрешности или предельные значения определяемых параметров	Средство поверки	
				образцовое	вспомогательное
14.3.3.3	определение основной погрешности автоматического изменения периода сигналов	100 ns	$\pm 5 \%$	Г5-75	
		200 ns	$\pm 3,5 \%$		
		500 ns	$\pm 2,6 \%$		
		1 μ s	$\pm 2,3 \%$		
		10,			
		100 μ s	$\pm 2 \%$		
14.3.3.4	определение основной погрешности автоматического измерения длительности импульса	200 ns	$\pm 3,5 \%$	Г5-75 И2-26	
		500 ns	$\pm 2,6 \%$		
		1 μ s	$\pm 2,3 \%$		
		1, 10,			
		50 ms	$\pm 2 \%$		
		10, 100 μ s	$\pm 2 \%$		
14.3.3.5	определение времени нарастания, выброса и неравномерности вершины ПХ	100 mV	35 ns	Г5-75	
		1, 10 V	5 %		
			2%		

Примечания: 1. Вместо указанных 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.

При обнаружении несоответствия параметров осциллографа техническим данным дальнейшая поверка прекращается. Осциллограф бракуется и направляется в ремонт.

Используемые технические характеристики образцовых и вспомогательных средств поверки приведены в табл. 6.

Таблица 6

Наименование средства поверки	Основные технические характеристики средства поверки		Рекомендуемое средство поверки	Примечание
	пределы измерения	погрешность, %		
Калибратор осциллографов	$U = 20 \cdot 10^{-3} - 100V$ $T = 10^{-7} - 5 \cdot 10^{-2}s$	± 1 $\pm 0,65$	ИП-9	
Вольтметр постоянного тока	2 V	$\pm 0,3$	В7-28	

Продолжение табл.6

Наименование средства поверки	Основные технические характеристики средства поверки		Рекомендуемое средство поверки	Примечание
	пределы измерения	погрешность		
Генератор сигналов высокочастотный	$20-10^7$ Hz		ГЗ-112/1	
Вольтметр компенсационный	0,02-3 V		ВЗ-49	
Фильтр	$10 \cdot 10^{-3}-100$ V	$\pm 0,65$	Ф-1	
Генератор импульсов	$20-10^{-9}$ Hz		Г5-75	
Измеритель временных интервалов	$10^{-3}-10$ V	$\pm 0,65$		
	$100 \cdot 10^{-9}-5 \cdot 10^{-2}$ s		И2-26	
	10 ns -10 ms	$\pm 0,75$		

14.2. Условия поверки и подготовка к ней

14.2.1. При проведении операций поверки должны соблюдаться следующие условия:

температура окружающего воздуха (20 ± 5) °C;

относительная влажность воздуха (30-80) %;

атмосферное давление (84-106) kPa, (630-795) mm Hg;

напряжение сети питания $(220 \pm 4,4)$ V , частотой $(50 \pm 0,2)$ Hz и содержанием гармоник до 5 %.

14.2.2. Перед проведением операций поверки необходимо выполнить требования разделов 8, 9, 10.

14.3. Проведение поверки

14.3.1. Внешний осмотр осциллографа производится в соответствии с требованиями раздела 8.

14.3.2. Опробование осциллографа производится в соответствии с требованиями разделов I0 и II для оценки обеспечения всех режимов измерения. Осциллограф, не обеспечивающий хотя бы один режим измерения, бракуется и направляется в ремонт.

14.3.3. Определение метрологических параметров

14.3.3.1. Основная погрешность установки напряжения калибратора определяется методом непосредственной оценки цифровым вольтметром В7-28.

Измерения производятся следующим образом:

- 1) нажмите кнопку " \sim , $\underline{\underline{\square}}$ ";
- 2) измерьте вольтметром В7-28 напряжение постоянного тока на выходе калибратора "1,2 V , 1 kHz".

Основная погрешность установки напряжения калибратора должна быть не более $\pm 1\%$.



14.3.3.2. Определение основной погрешности автоматического измерения амплитуды (размаха) производится для импульсного сигнала (меандр) частотой 1 kHz и гармонического сигнала методом непосредственной оценки погрешности с помощью приборов И1-9, Г3-И12/1 и В3-49.

Определение основной погрешности измерения амплитуды (размаха) импульсного сигнала производится следующим образом:

- 1) произведите калибровку цифрового измерителя в соответствии с разделом II;
- 2) соберите измерительную схему в соответствии с рис.7;

3) произведите измерение амплитуды при значениях входного сигнала 20 и 100 мВ; 1, 3, 10, 100 В.

Определение основной погрешности измерения амплитуды (размаха) гармонического сигнала производится следующим образом:

1) нажмите кнопку " , " осциллографа. На вход подайте сигнал амплитудой 1 В от калибратора ИИ-9. Запомните показание индикатора осциллографа;

2) соберите измерительную схему в соответствии с рис.8;

3) на вход осциллографа от генератора ГЗ-ИИ2/1 подайте напряжение частотой 1 кГц такой величины, чтобы показание цифрового индикатора совпало с показанием при измерении сигнала 1 В от калибратора ИИ-9;

4) поддерживая неизменным уровень входного сигнала по вольтметру ВЗ-49, снимите показания цифрового индикатора осциллографа при частотах сигнала 20 и 500 Гц , 10, 100 и 500 кГц , 1, 2, 5 и 10 МГц;

5) аналогично произведите измерения при значении входного сигнала 3 В;

6) соберите измерительную схему в соответствии с рис.9;

7) произведите измерения при значении входного сигнала 20 и 100 мВ;

8) определите основную погрешность измерения амплитуды сигналов δ_v в процентах по формуле

$$\delta_v = \frac{U_x - U_{вх}}{U_{вх}} \cdot 100, \quad (4)$$

где U_x - измеренное значение напряжения;

$U_{вх}$ - значения входных напряжений: 20 и 100 мВ,
1, 3, 10 и 100 В.

Основная погрешность измерения напряжения (амплитуды) сигналов должна быть не более $\pm 5\%$.

Примечание. Допускается изменение показаний цифрового индикатора в процессе измерения.

И4.3.3.3. Определение основной погрешности автоматического измерения периода исследуемых сигналов производится следующим образом:

на вход осциллографа от генератора Г5-75 подайте калиброванный по частоте сигнал согласно табл.7;

Таблица 7

U	4 V								
T	100 ns	200 ns	500 ns	1 μs	10 μs	100 μs	1 ms	10 ms	50 ms
τ	-	100 ns	100 ns	100 ns	1 μs	10 μs	100 μs	1 ms	1 ms

определите основную погрешность измерения периода сигнала в процентах по формуле

$$\delta_T = \frac{T_{\text{изм}} - T_K}{T_K} \cdot 100, \quad (5)$$

где $T_{\text{изм}}$ - измеренное значение периода сигнала, μs ;
 T_K - значение периода калиброванного сигнала, μs .

Погрешность измерения периода сигналов должна быть не более $\pm 5\%$ для периода 100 ns , $\pm 3,5\%$ - для периода 200 ns , $\pm 2,6\%$ - для периода 500 ns , $\pm 2,0\%$ - при остальных значениях периодов.

И4.3.3.4. Определение основной погрешности автоматического измерения длительности импульсов производится следующим образом:

на вход осциллографа от генератора Г5-75 подайте импульсы положительной и отрицательной полярности согласно табл.8.

Таблица 8

U	4 V							
T	10 μ s	10 μ s	10 μ s	20 μ s	200 μ s	2 ms	20 ms	60ms
T	200ns	500ns	1 μ s	10 μ s	100 μ s	1 ms	10 ms	50ms

Длительности импульсов 200 ns, 500 ns и 1 μ s контролируются измерителем временных интервалов И2-26.

Погрешность установки длительности остальных сигналов обеспечивается генератором Г5-75;

определите основную погрешность измерения длительности импульсов в процентах по формуле

$$\delta_{\tau} = \frac{\tau_{\text{изм}} - \tau_{\text{к}}}{\tau_{\text{к}}} \cdot 100, \quad (6)$$

где $\tau_{\text{изм}}$ - измеренное значение длительности импульса, μ s ;

$\tau_{\text{к}}$ - значение калиброванной длительности импульса, μ s .

Основная погрешность измерения длительности импульсов должна быть не более $\pm 3,5\%$ для длительности 200 ns, $\pm 2,6\%$ - для длительности 500 ns, $\pm 2\%$ - для остальных длительностей.

14.3.3.5. Определение времени нарастания, выброса и неравномерности вершины ПХ производится методом измерения параметров изображения испытательного импульса по шкале экрана осциллографа.

Измерения производятся следующим образом:

- соберите схему измерений в соответствии с рис.11;
- измерьте длительность выходного импульса генератора

Г5-75 (по показанию цифрового индикатора осциллографа);

Подключение приборов при определении погрешности
измерения импульсного напряжения



Рис.7

Подключение приборов при определении погрешности
измерения амплитуды гармонических сигналов I и 3V

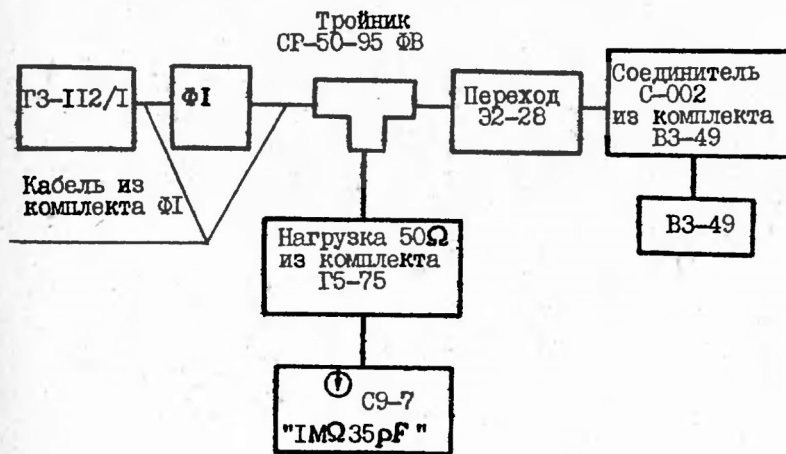


Рис.8

Подключение приборов при определении погрешности измерения
 амплитуды гармонических сигналов 20, 100 мВ
 (пунктиром - для 20 мВ)

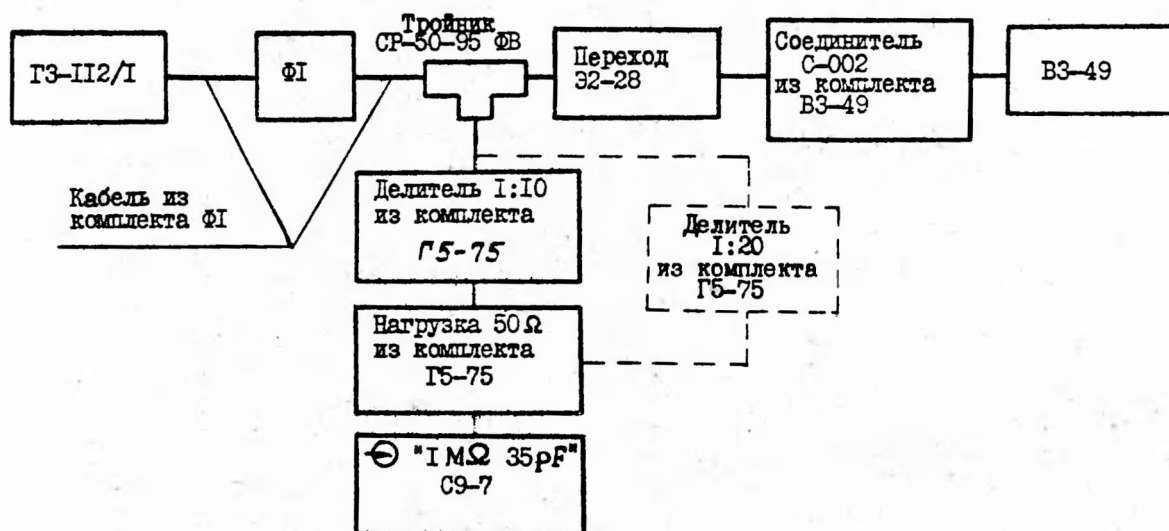


Рис. 9

Подключение приборов при определении
погрешности измерения длительности импульсов

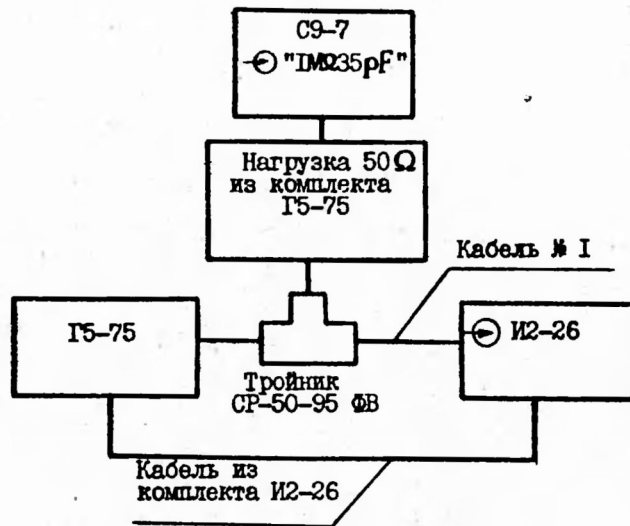


Рис.10

Подключение приборов при определении параметров
переходной характеристики

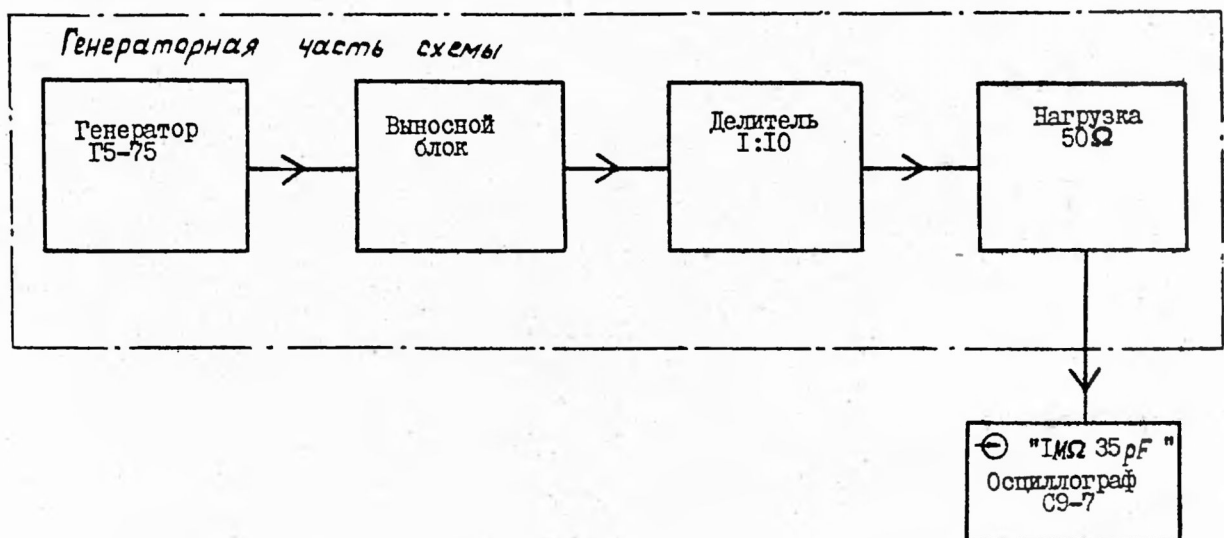
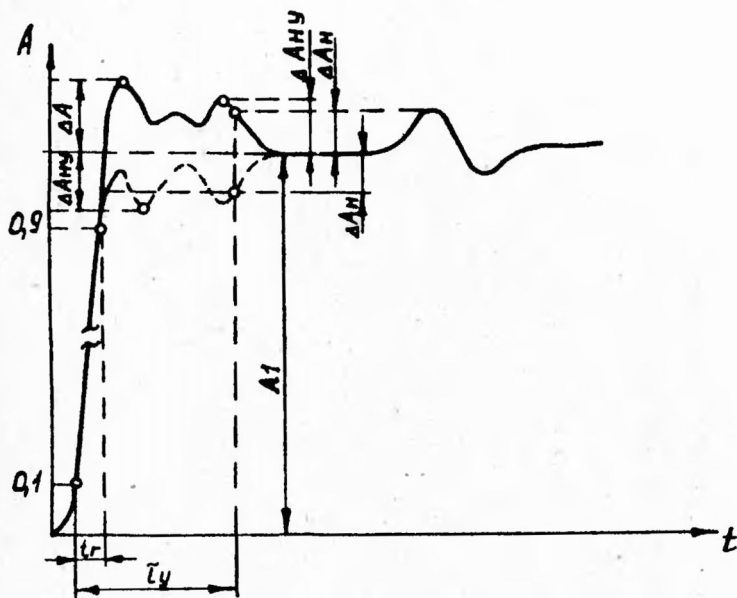


Рис. II



- t_r - - время нарастания;
- t_y - - время установления;
- ΔA - - выброс;
- ΔA_n - - неравномерность;
- A_1 - - установившееся (амплитудное) значение ПХ;
- ΔA_{ny} - - неравномерность на участке установления.

Рис.12

Подключение приборов
при проверке режима внешней синхронизации

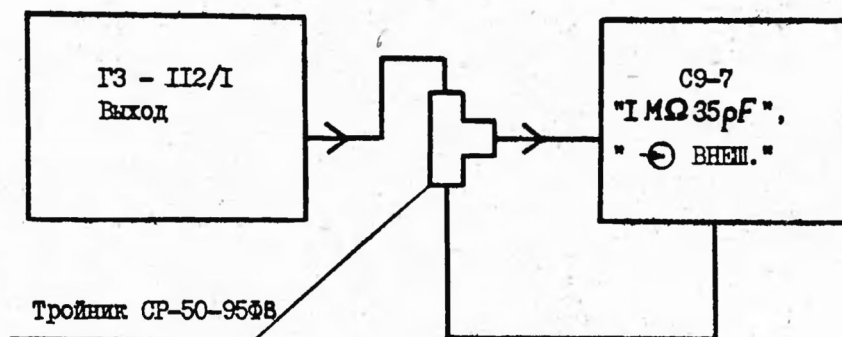


Рис.13

определите цену горизонтального деления шкалы экрана осциллографа в соответствии с разделом II;

измерьте время нарастания и выброс на изображении импульса согласно рис.12 при положительной и отрицательной полярностях входного импульса и амплитудах 63mV, 630 mV ; 6,3 V .

Время нарастания ПХ не должно превышать 35 нс .

Выброс ПХ, в процентах, определяется по формуле

$$\delta = \frac{\Delta A}{A_1} \cdot 100, \quad (7)$$

и не должен превышать 5 %.

Неравномерность определяется как максимальное отклонение вершины ПХ от линии установившегося значения после времени установления 150 нс . Время установления $t_{\text{уст.}}$ отсчитывается от точки на фронте импульса, расположенной на уровне 0,1 А .

Величина неравномерности γ в процентах от установившегося значения определяется по формуле

$$\gamma = \frac{\Delta A_n}{A_1} \cdot 100, \quad (8)$$

и не должна превышать 2 %.

При всех указанных параметрах сигналов должна обеспечиваться нестабильность изображения по горизонтали не более 0,1 дел. шкалы ЭЛТ.

П р и м е ч а н и я . 1. Проверка режима внутренней синхронизации осуществляется в ходе определения основной погрешности автоматического измерения амплитуды (размаха) сигнала.

2. Параметры испытательного импульса: $\tau_n = 300 \text{ нс}$, $T = 600 \text{ нс}$.

3. При определении параметров ПХ кнопка " \sim , \approx " должна быть нажата.

14.4. Оформление результатов поверки

14.4.1. Положительные результаты поверки заносятся в формуляр осциллографа, заверяют подписью поверителя и оттиском поверительного клейма.

Осциллографы, не прошедшие поверку (имеющие отрицательные результаты поверки), запрещаются к выпуску в обращение и применению.

15. ПРАВИЛА ХРАНЕНИЯ

15.1. Хранение осциллографа может производиться в отапливаемом или неотапливаемом хранилище.

Осциллограф располагается, как правило, в рабочем положении на стеллаже в укладочном ящике на уровне не ниже 1,5 м от пола и не ближе 2 м от дверей, вентиляционных отверстий и отопительных устройств.

Срок хранения осциллографа:

- 1) в отапливаемом хранилище 10 лет;
- 2) в неотапливаемом хранилище 5 лет.

Осциллограф может храниться совместно с объектом, в

котором он установлен, если последний обеспечивает условия хранения, предъявляемые к осциллографу.

15.2. Осциллограф должен храниться в следующих условиях:

1) в отапливаемом хранилище при температуре воздуха от 5 до 25 °С и относительной влажности до 80 % при температуре 25 °С без конденсации влаги;

2) в неотапливаемом хранилище при температуре воздуха от минус 50 до плюс 65 °С и относительной влажности до 98 % при температуре 25 °С и ниже, без конденсации влаги.

Содержание коррозионноактивных агентов в атмосфере хранилища не должно превышать:

1) сернистого газа 200 mg/m^2 (2 mg/m^3) в сутки;

2) хлористых солей 2 mg/m^2 в сутки.

15.3. Осциллограф перед закладкой на длительное хранение должен быть переконсервирован. Для этого необходимо провести следующие работы:

1) провести расконсервацию осциллографа, для чего необходимо извлечь его из транспортной тары и внутренней упаковки, удалить упаковочные и консервационные материалы (консервационные масла удаляются путем протирки покрытых ими элементов конструкции ветошью, смоченной маловязкими маслами или растворителями по ГОСТ 8505-80, ГОСТ 1012-72 (марка Б-70), ГОСТ 3134-78, ГОСТ 443-76 с последующим протиранием насухо).

Допускается не проводить расконсервацию тех элементов конструкции осциллографа, которые не влияют на его эксплуатационные параметры;

2) проверить исправность осциллографа в соответствии с разделом I4;

3) провести консервацию осциллографа, для чего необхо-

димо просушить осциллограф (выдержка не менее 24ч в помещении с относительной влажностью не более 70 % при температуре (20 ± 5) °С. Допускается просушивать осциллограф, обдувая его теплым сухим воздухом при этом температура должна быть 40–50° С, относительная влажность не более 60 % и время обдувки 30min. Затем необходимо очистить поверхности, подлежащие консервации, от загрязнений и продуктов коррозии химическим или механическим способом. Для удаления продуктов коррозии с никелированных поверхностей химическим способом следует использовать 10–18 процентный водный раствор серной кислоты при температуре 10–20 °С в течение 2–3min. При механическом способе удаления следов коррозии на деталях необходимо использовать шлифовальную шкурку из стекла на бумажной основе с последующей промывкой уайт-спиритом или бензином БР-1 и сушкой на воздухе.

Подготовленные поверхности необходимо покрыть консервационным маслом КГ7 по ГОСТ 10877–76 или пластичной смазкой ПВК по ГОСТ 19537–83.

При обнаружении коррозии на окрашенных поверхностях, продукты коррозии удаляются механическим или химическим способом. Очищенные от коррозии места закрашиваются.

Осциллограф укладывается в укладочный ящик.

При переконсервации допускается использовать повторно средства временной противокоррозионной защиты (после восстановления их защитной способности) и упаковочные средства.

В формуляре должна быть указана дата консервации осциллографа.

15.4. Консервация должна производиться в помещении при температуре воздуха (20 ± 5) °С и относительной влажности не более 79 % без резких колебаний температуры.

Помещение должно быть защищено от проникновения в него атмосферных осадков и коррозионоактивных газов (хлор, сероводород, аммиак, сернистый газ и др.).

При проведении работ по переконсервации следует соблюдать требования безопасности по ГОСТ 9.014-78.

15.5. При длительном хранении укладочный ящик, в котором помещаются мешочки с силикагелем, уложить в чехол из полиэтиленовой пленки толщиной не менее 0,2 мм, который герметизировать путем сварки или оплавления. Затем ящик с чехлом обернуть бумагой и обвязать шпагатом. На бумагу наклеить этикетки "С9-7" и "ВЕРХ". Упаковку не вскрывать до применения или переконсервации.

16. ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ

16.1. Осциллограф допускает транспортирование всеми видами транспорта в упаковке при условии защиты от прямого воздействия атмосферных осадков.

При транспортировании воздушным транспортом осциллограф в упаковке должен размещаться в герметизированном отсеке.

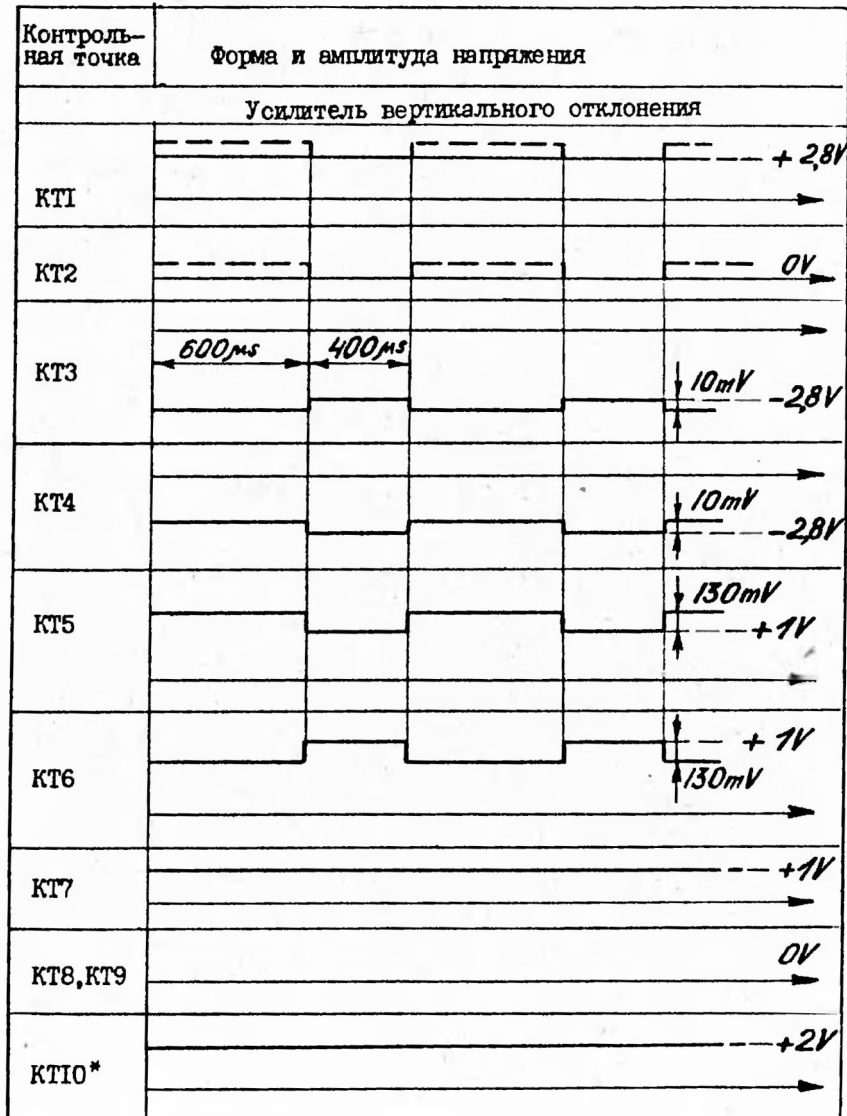
16.2. Условия транспортирования:

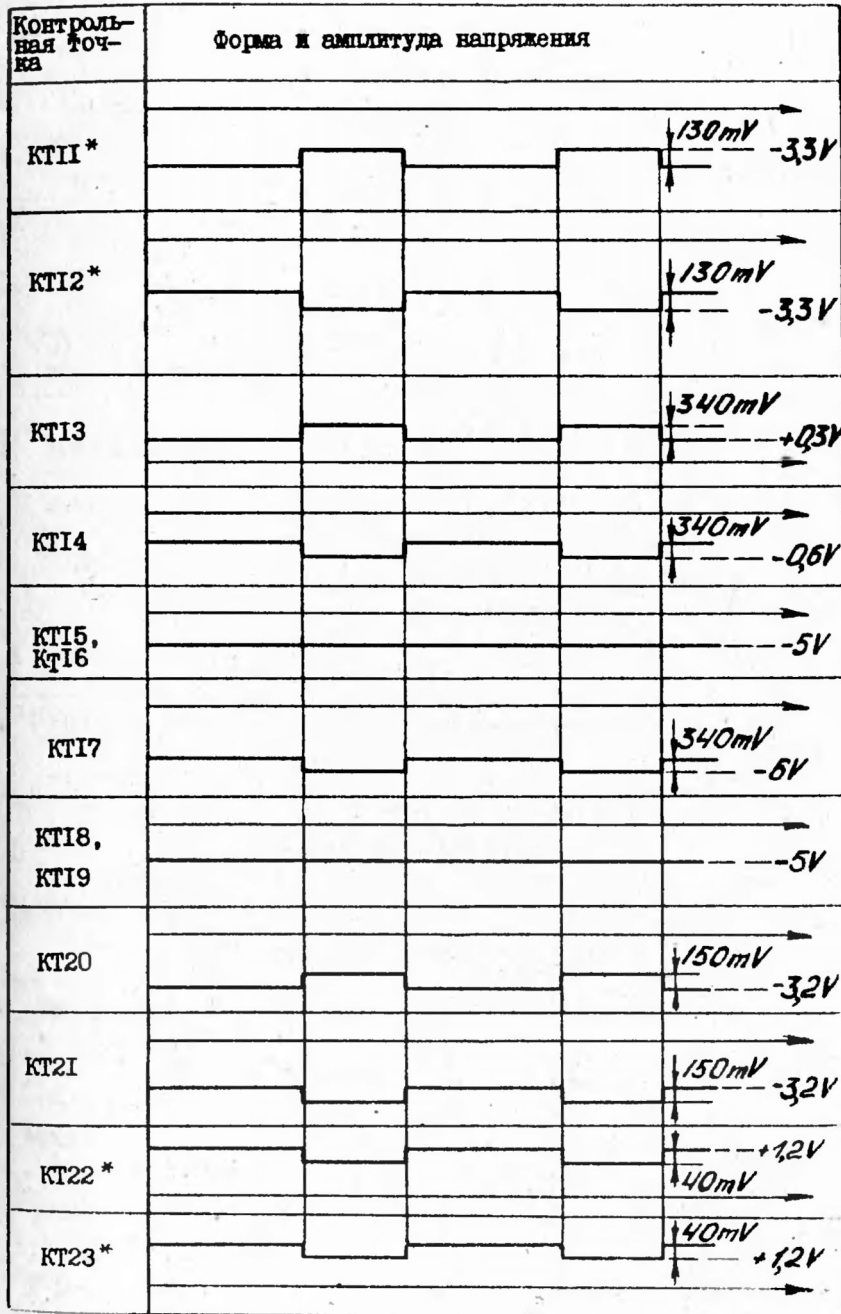
температура окружающего воздуха от минус 50 до 65 °С;
относительная влажность окружающего воздуха 98 % при температуре 25 °С.

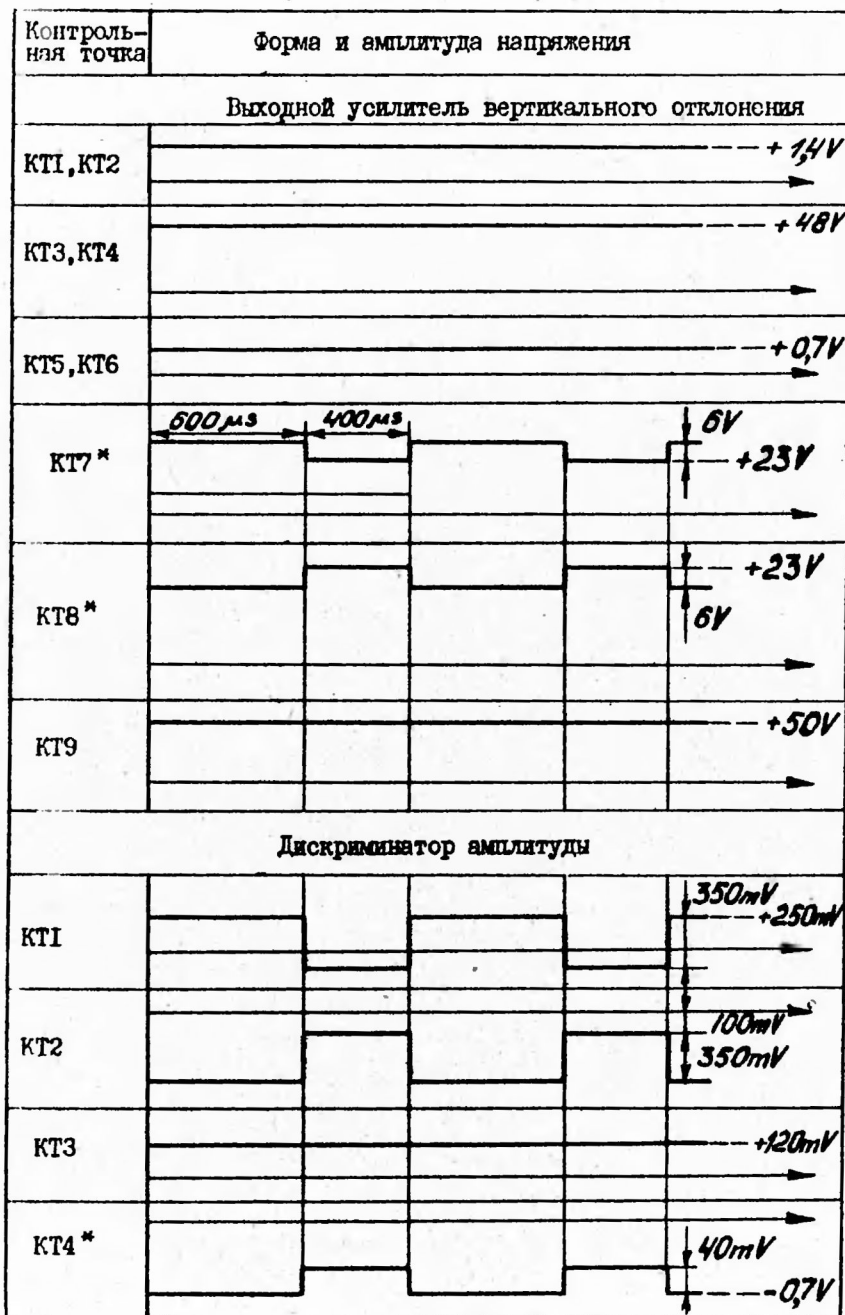
16.3. При погрузке и выгрузке осциллограф не бросать, соблюдать меры предосторожности от повреждения тарного ящика.

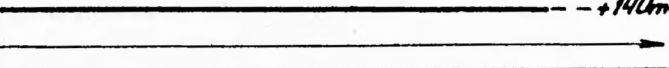
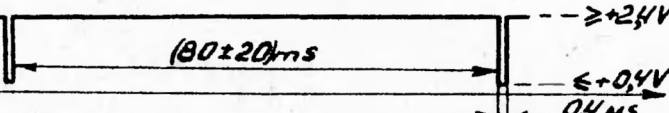
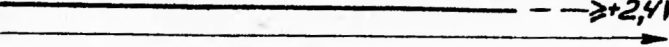
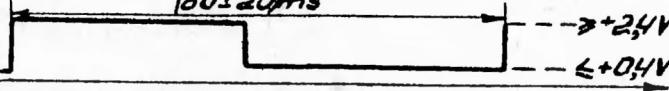
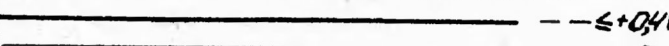
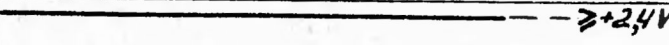
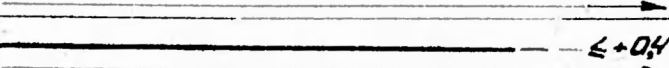
После погрузки в транспортное средство тарный ящик с осциллографом необходимо закреплять с целью исключения возможности произвольного перемещения.

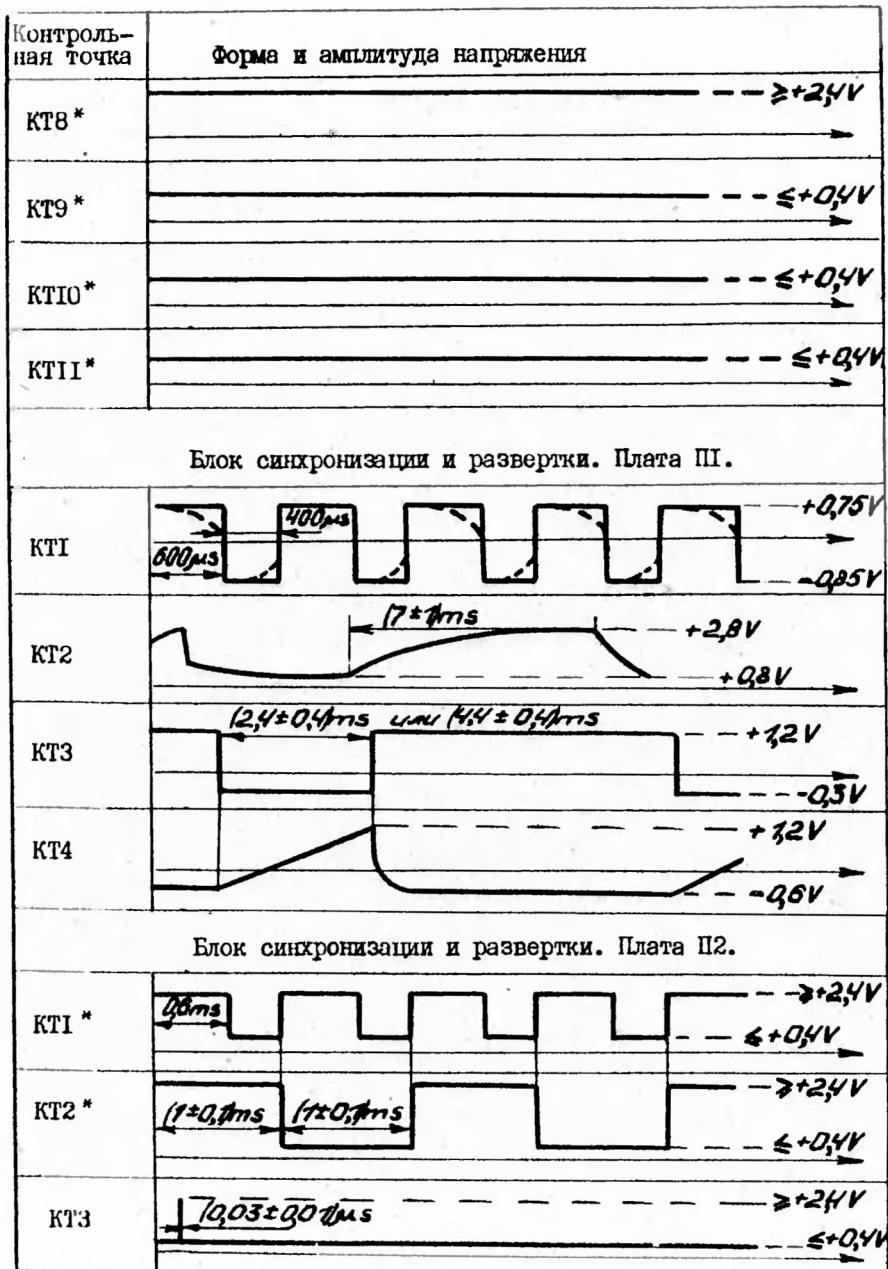
КАРТЫ НАПРЯЖЕНИЙ В КОНТРОЛЬНЫХ ТОЧКАХ СХЕМЫ

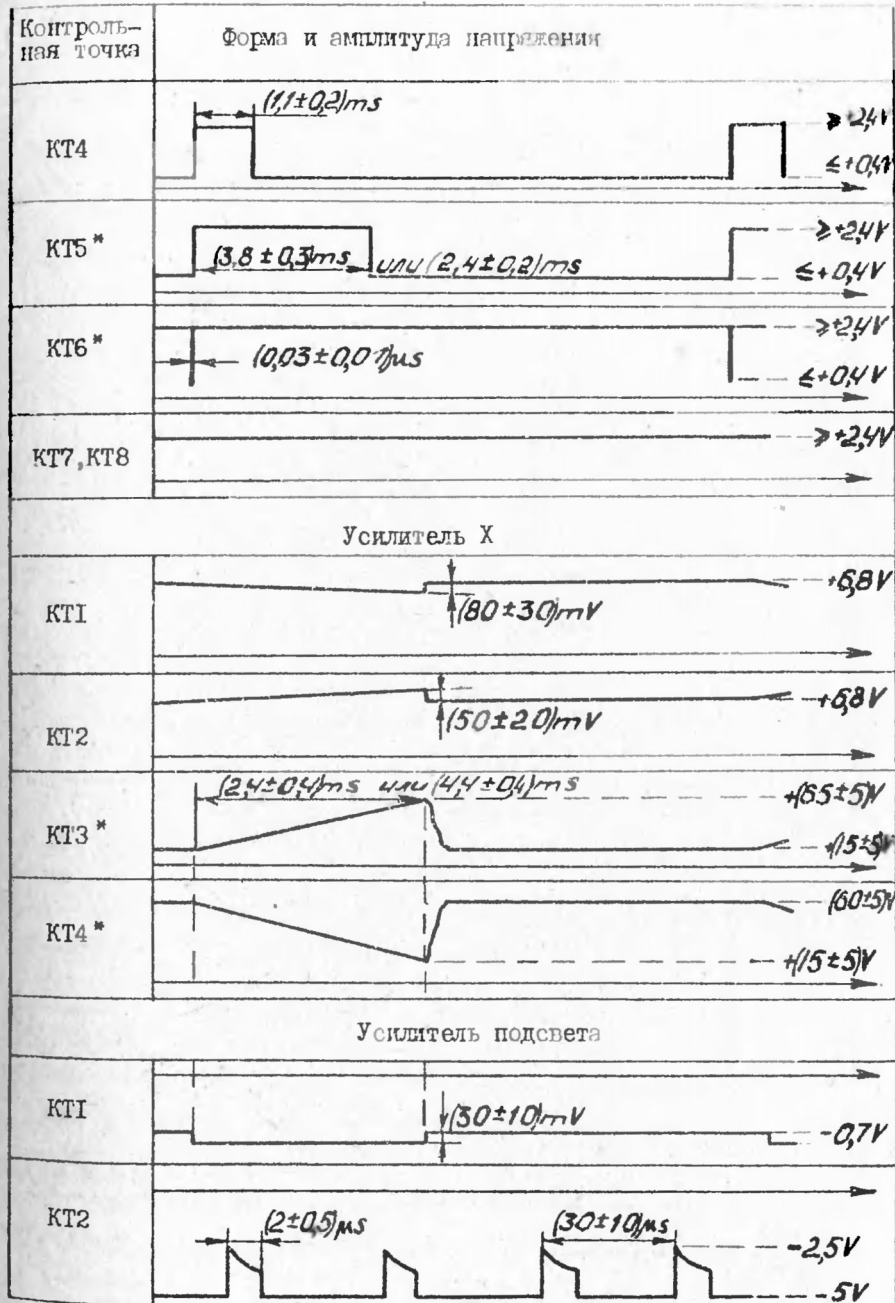




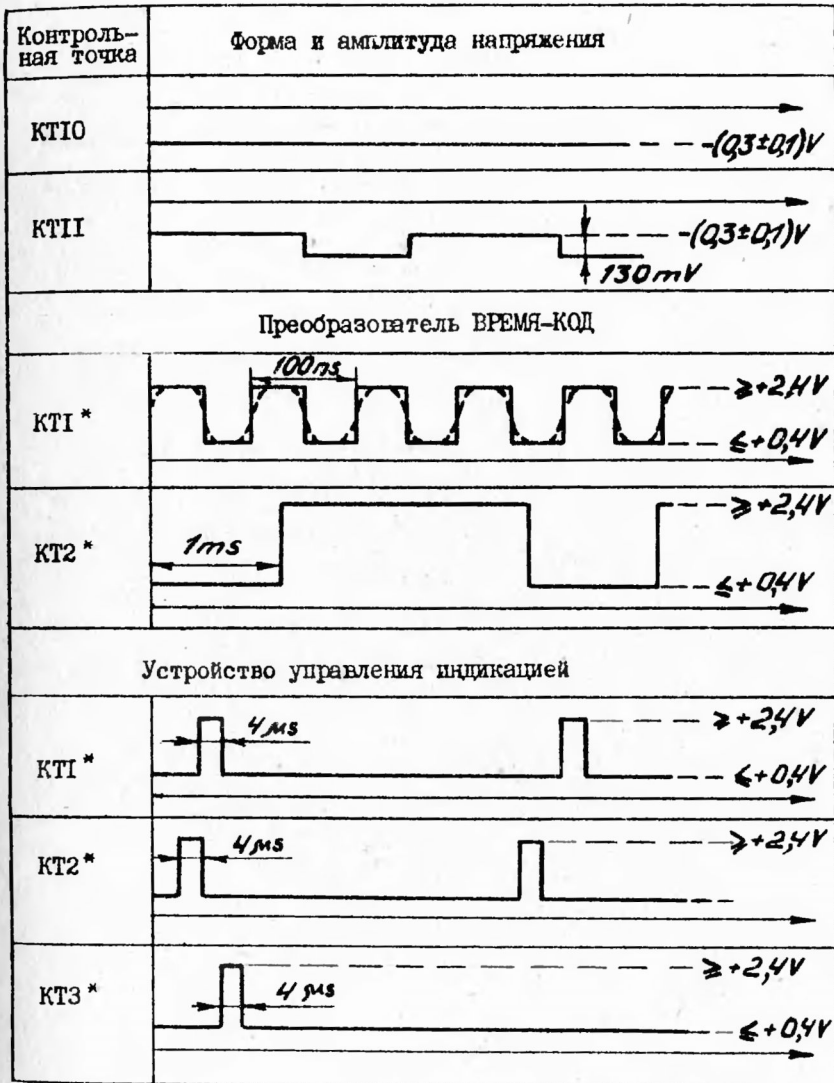


Контроль- ная точка	Форма и амплитуда напряжения
КТ5 *	
КТ6	
КТ7	
КТ8 *	
КТ9 *	
Устройство управления усилением	
КТ1	
КТ2	
КТ3 *	
КТ4	
КТ5	
КТ6	
КТ7	





Контроль-ная точка	Форма и амплитуда напряжения
КТ3 *	
КТ4 *	
Преобразователь напряжения - время. Плата П1.	
КТ1, КТ2	
КТ3	
Преобразователь напряжение - время. Плата П2.	
КТ1 *	
КТ2 *	
КТ3	
КТ4 *	
КТ5	
КТ6, КТ7	



- Примечания:
1. Форма и амплитуда напряжения в контрольных точках получены при воздействии на вход осциллографа "1 МΩ 35 pF" сигнала с выхода калибратора "1,2 V , 1 kHz". При этом все кнопки на передней панели осциллографа отпущены.
 2. Измеренные значения напряжений могут отличаться от указанных в приложении на $\pm 20\%$.
 3. Измерения производятся осциллографом С1-65А или аналогичным осциллографом.
 - 4.* - КТ, режимы в которых проверяются на периодических испытаниях.

НАМОТочНЫЕ ДАННЫЕ ТРАНСФОРМАТОРОВ

Трансформатор 4.770.031

Таблица I

Схема электрической	Номер обмотки	Номер вывода	Напряжение в режиме холостого хода, В	Ток в режиме холостого хода, А, не более	Ток в режиме нагрузки, А	Марка и диаметр провода, мм	Напряжение в режиме нагрузки, В	Количество витков	Частота, КHz	Примечание
	I	I-3	23	0,2	Не более 0,3	ПЭТВ-2 0,315	23	182	20-35	
	II	6-8	6,4	-	0,02	ПЭТВ-2 0,16	6,3	5	-	
	III	9-10	6,0	-	0,1	ПЭТВ-2 0,28	5,9	4,75		
	IV	12-15 12-16	894 1251	- -	- 0,002	ПЭТВ-2 0,071	891 1248	700 980	- -	

Таблица 2

Трансформатор 4.720.072

Схема электрическая	Номер обмотки	Номер вывода	Напряжение в режиме холостого хода, V	Напряжение в режиме нагрузки, V	Ток в режиме холостого хода, А, не более	Ток в режиме нагрузки, А	Марка и диаметр провода, mm	Количество витков	Частота, Hz	Примечание
		2-3	27	-	-	-	0,16	-	-	
		I-3	54	-	-	-	-	-	-	
	II	5-II	3,15	3,05	-	0,005	ПЭШО 0,16	35	-	
	III	7-8	3,25	3,05	-	0,15	ПЭТВ-2 0,28	35x2	-	
		8-9	3,15	3,05	-	0,15			-	-
		7-9	6,3	6,1	-	0,15			-	-

106

Таблица 3

Трансформатор 4.700.041-02

Схема электрическая	Номер обмотки	Номер вывода	Напряжение в режиме холостого хода на частоте 50 Hz, V	Напряжение в режиме нагрузки, V		Ток в режиме холостого хода, А, не более	Ток в режиме нагрузки, А	Марка и диаметр провода, mm	Количество витков	Примечание
				на частоте 50 Hz	на частоте 400 Hz					
	I	20-23	200	-	-	-	-	ПЭТВ-2	874	
		20-24	220	220	220	0,1	Не более 0,42			
	II	I-2	18	16,4	16,4	-	0,7	0,5	88	
	III	3-4	16,5	15,0	15,0	-	0,38	0,4	81	
	IV	5-6	9,2	8,25	8,25	-	0,34	0,4	45	
	V	8-9	9,0	8,0	8,0	-	-	0,8	44x2	
		9-10	9,0	8,0	8,0	-	-			
		8-10	18,0	16,0	16,0	-	1,54			
	VI	11-12	85,0	74,7	74,7	-	0,095	0,18	415	
	VII	14-15	28,5	25,3	25,3	-	0,54	0,5	140	
	VIII	22-23	20,8	-	-	-	-	0,63	102x2	
		23-24	20,8	-	-	-	-			
		22-24	41,6	-	-	-	-			

107

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

КАРТА НАПРЯЖЕНИЙ НА ЭЛЕКТРОДАХ ЭЛТ

Номер вывода	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Напряжение, V	~6,3	от минус 50 до +50	минус 800	от минус 150 до минус 1	минус 100	-	+40	+40	-	от минус 250 до минус 150

Номер вывода	11	12	13	14	Д1	Д2	А
Напряжение, V	-	от минус 250 до минус 150	+30	~ 6,3	+25	+25	+8000

Примечания: 1. Постоянные напряжения измерены вольтметром типа С50 с соответствующими пределами измерения.

2. Напряжение ~6,3V измерено между выводами 1 и 14. Выводы 1 и 14 находятся под потенциалом минус 800 V.

3. Напряжения на электродах указаны: на модуляторе 4 относительно катода 3, постоянные напряжения на остальных электродах относительно корпуса.

4. Напряжения не должны отличаться от указанных значений более чем на ±20 %.

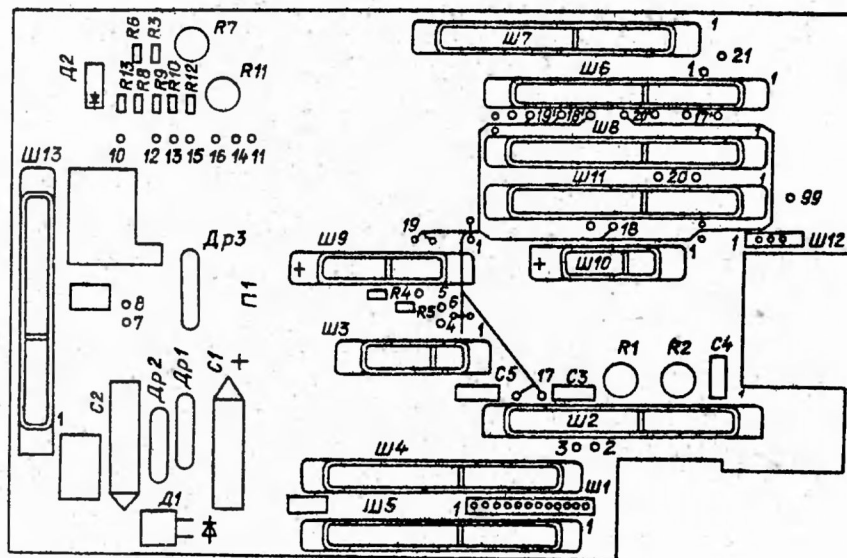
СХЕМЫ МАРКИРОВОЧНЫЕ

Содержание приложения

- Рис.1. Плата объединительная П1.
Схема маркировочная
- Рис.2. Плата П2. Схема маркировочная
- Рис.3. Атенуатор (У1). Плата П1.
Схема маркировочная
- Рис.4. Атенуатор (У1). Плата П2.
Схема маркировочная
- Рис.5. Усилитель вертикального отклонения (У2).
Схема маркировочная
- Рис.6. Выходной усилитель вертикального отклонения (У3). Схема маркировочная
- Рис.7. Дискриминатор амплитуды (У4). Схема маркировочная
- Рис.8. Устройство управления усилением (У5).
Схема маркировочная
- Рис.9. Блок синхронизации и развертки (У6).
Плата П1. Схема маркировочная
- Рис.10. Блок синхронизации и развертки (У6).
Плата П2. Схема маркировочная
- Рис.11. Усилитель подсвета (У9). Схема маркировочная
- Рис.12. Усилитель "X" (У8). Схема маркировочная
- Рис.13. Преобразователь напряжение-время (У7).
Плата П1. Схема маркировочная

- Рис. 14. Преобразователь напряжение-время (У7).
Плата П2. Схема маркировочная
- Рис. 15. Преобразователь время-код (У10).
Схема маркировочная
- Рис. 16. Устройство управления индикацией (У11).
Схема маркировочная
- Рис. 17. Устройство индикации (У12). Схема
маркировочная
- Рис. 18. Блок вторичного электропитания (У13).
Плата П1. Схема маркировочная
- Рис. 19. Блок вторичного электропитания (У13).
Плата П2. Схема маркировочная
- Рис. 20. Блок вторичного электропитания (У13).
Плата П3. Схема маркировочная
- Рис. 21. Преобразователь напряжения (У14).
Плата П2. Схема маркировочная
- Рис. 22. Преобразователь напряжения (У14).
Плата П1. Схема маркировочная
- Рис. 23. Нагрузка делителя 1:10. Схема
маркировочная

Плата объединительная III. Схема маркировочная



III

Рис. I

Плата П2. Схема маркировочная

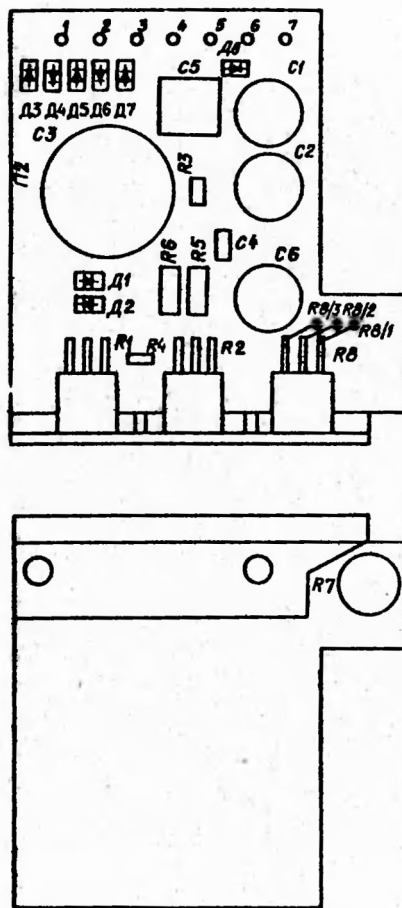


Рис.2

Аттенюатор (У1). Плата П1. Схема маркировочная

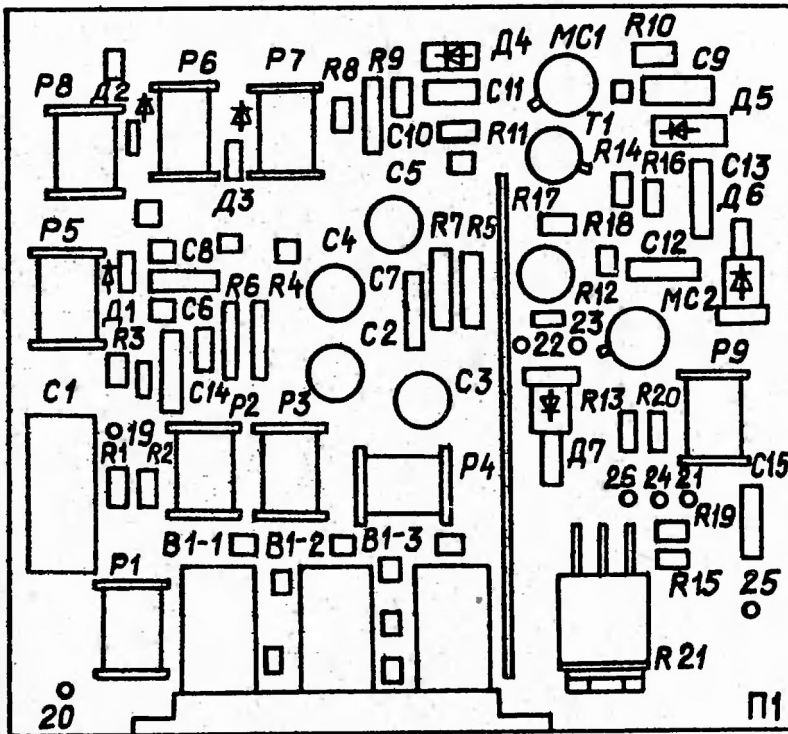


Рис. 3

Аттенватор (У1). Плата П2. Схема маркировочная

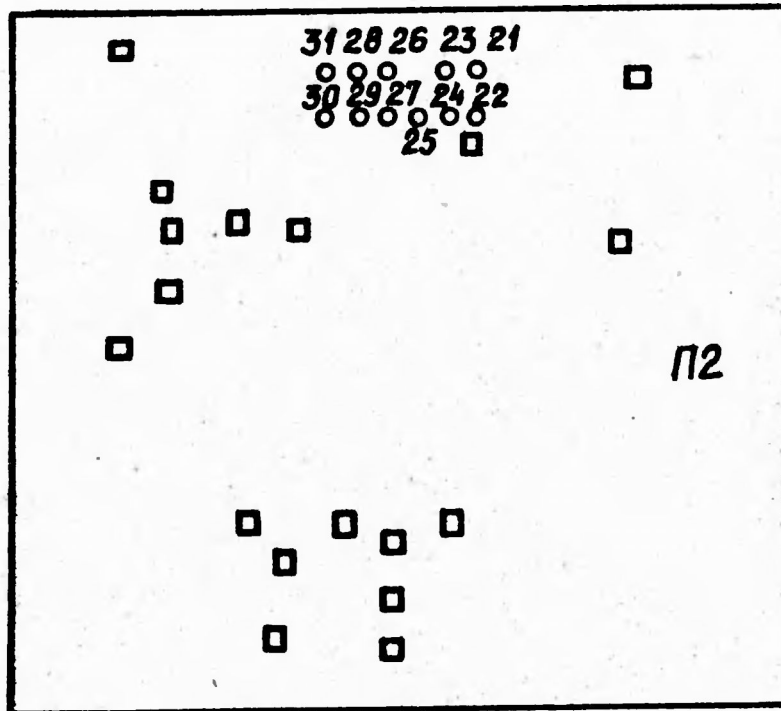


Рис. 4

Усилитель вертикального отклонения (У2).

Схема маркировочная

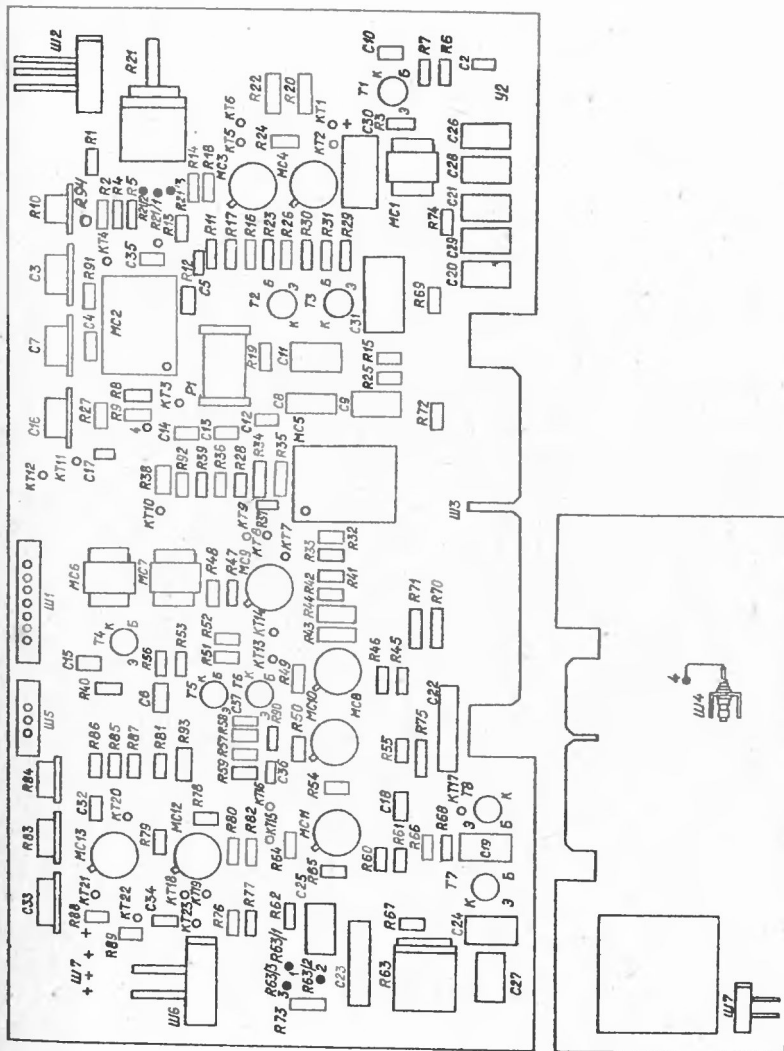


Рис. 5

Выходной усилитель вертикального отклонения (УЗ).

Схема маркировочная

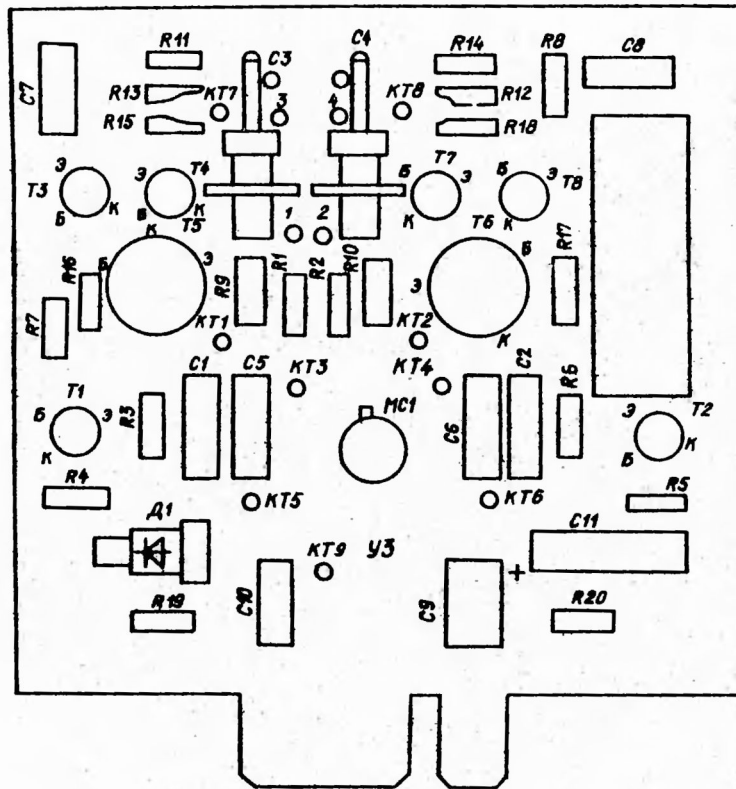


Рис.6

Дискриминатор амплитуды (У4).

Схема маркировочная

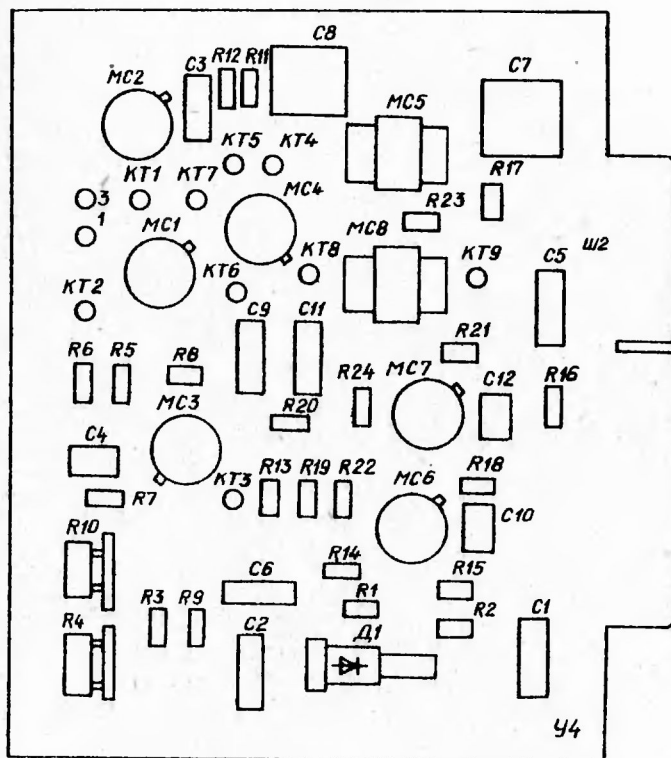


Рис. 7

Устройство управления усилением (У5).

Схема маркировочная

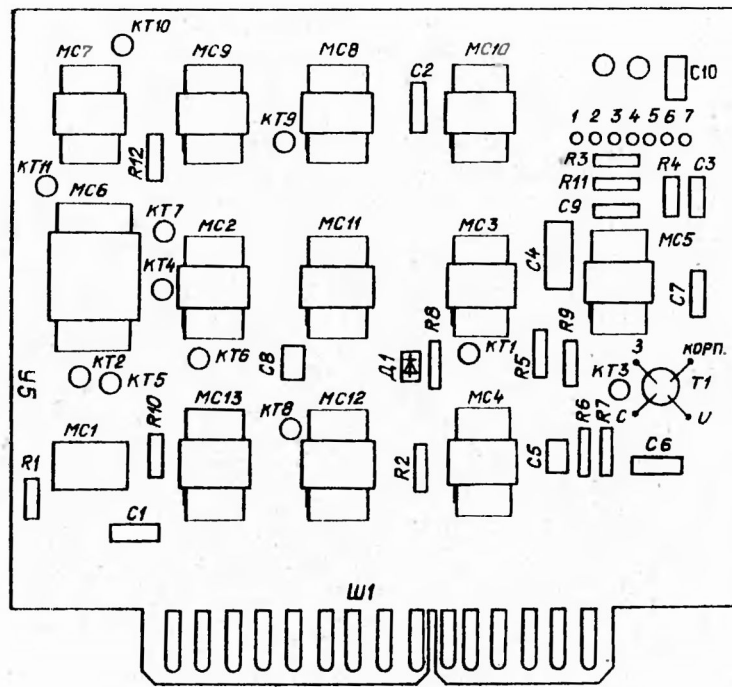


Рис.8

Блок синхронизации и развертки (У6). Плата III. Схема маркировочная

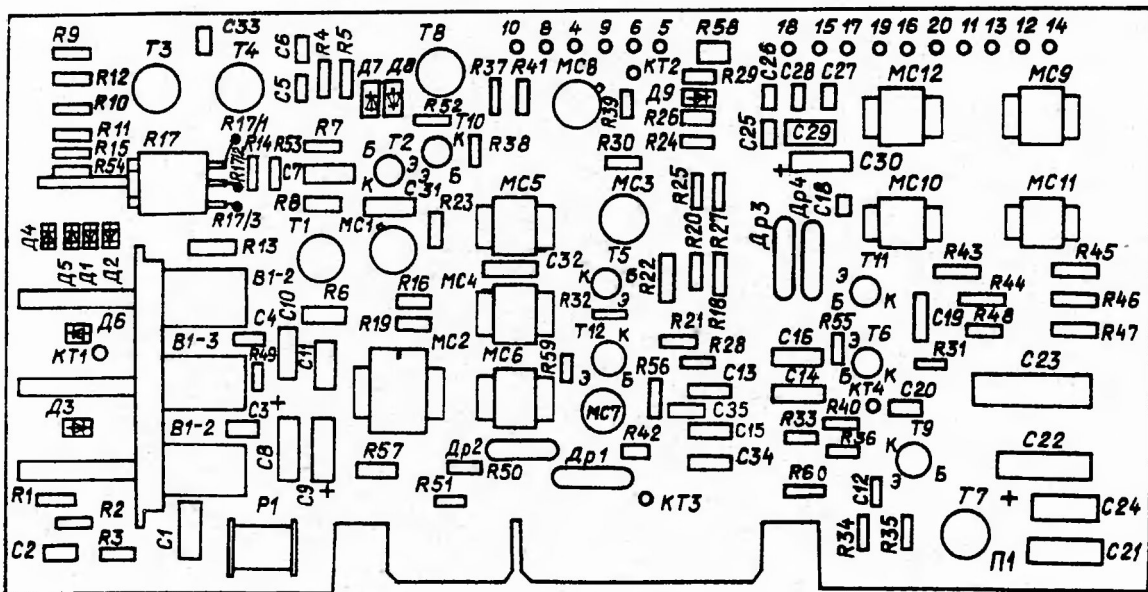


Рис. 9

Блок синхронизации и развертки (У6). Плата П2. Схема маркировочная

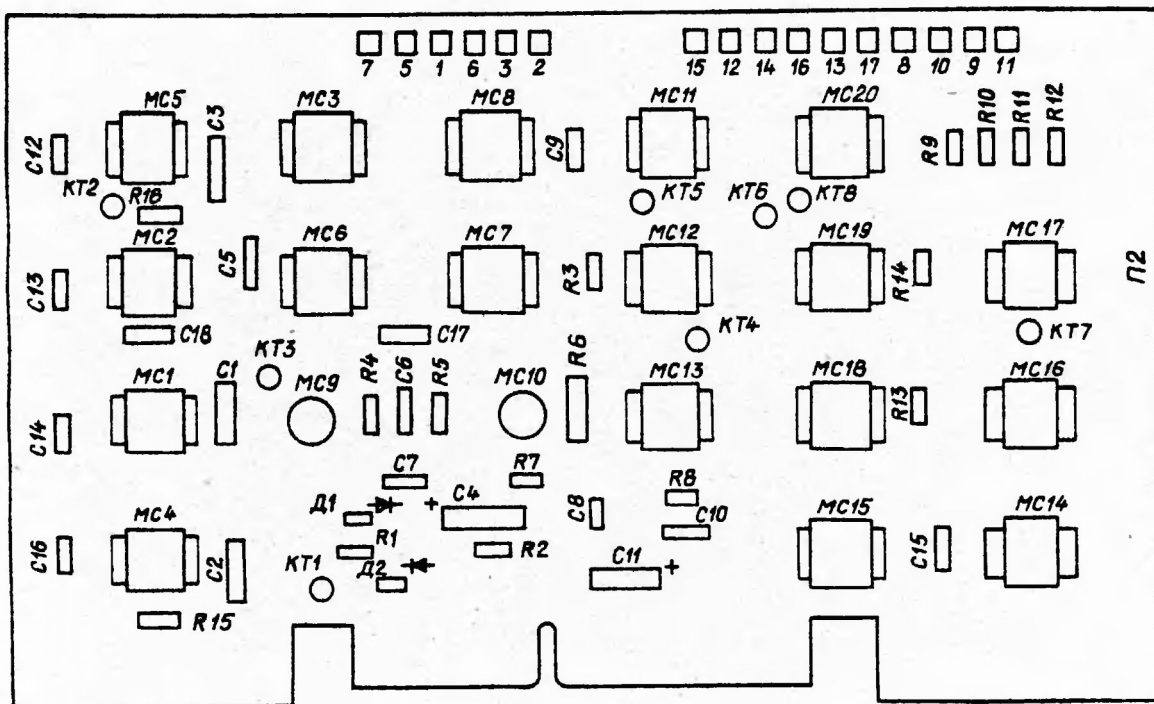


Рис. 10

Усилитель подсвета (У9). Схема маркировочная

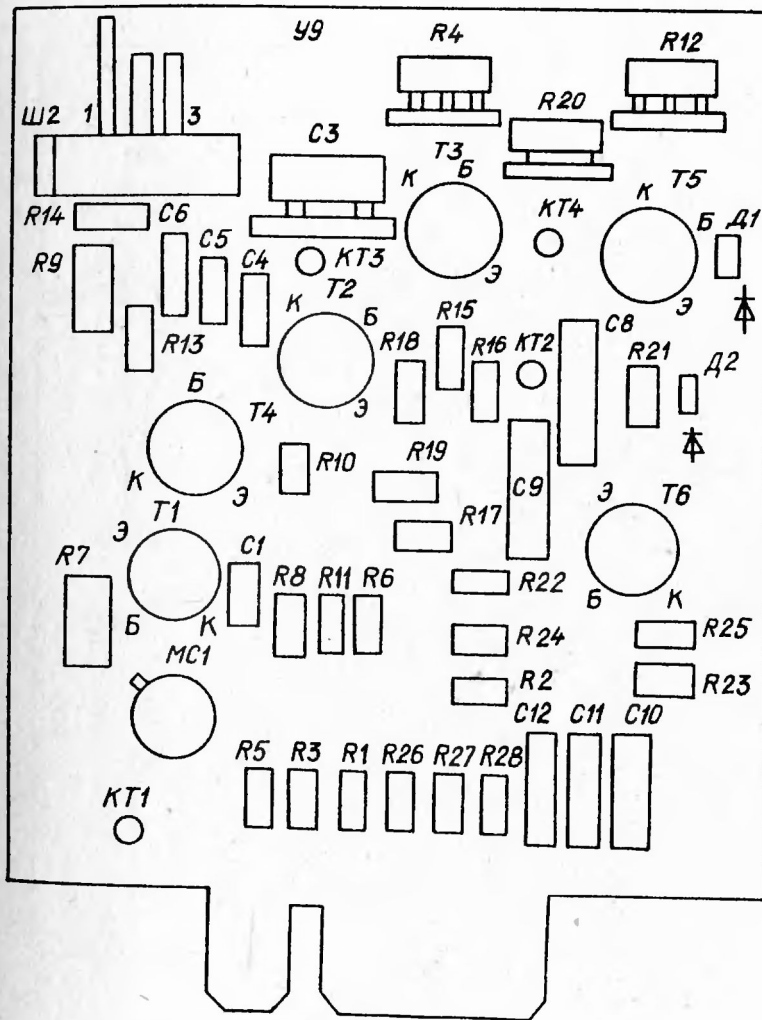


Рис. II

Усилитель "X" (У8). Схема маркировочная

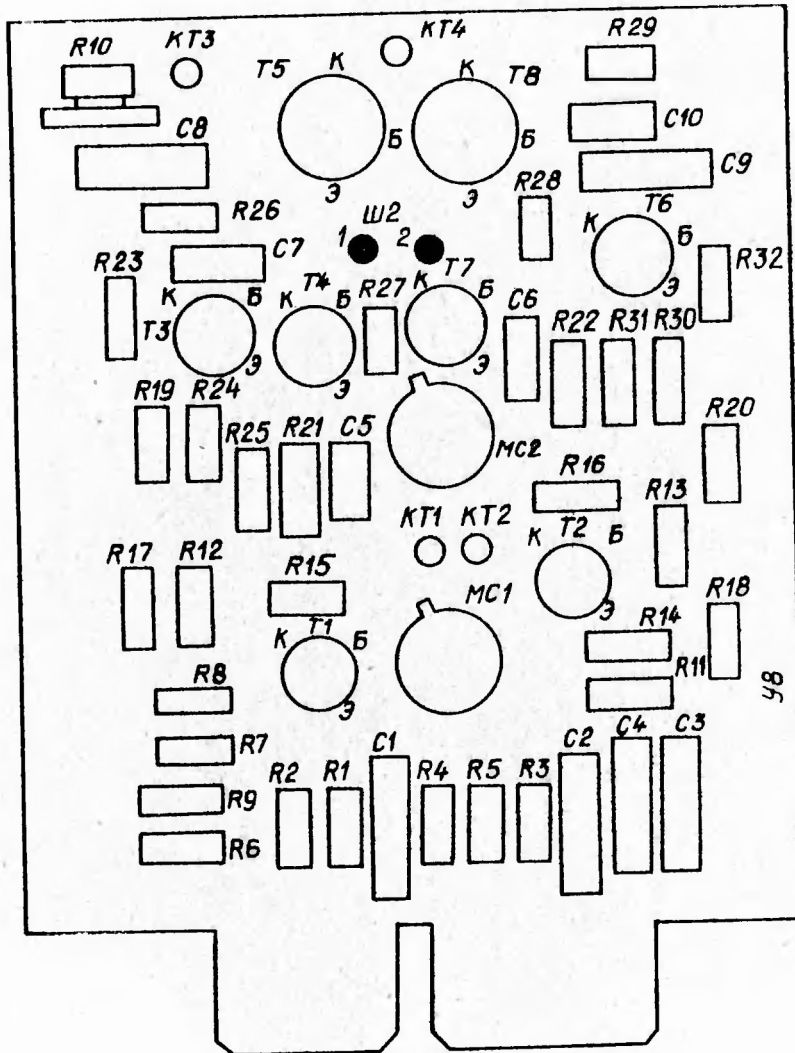


Рис.12

Преобразователь напряжение-время (У7). Плата Ш. Схема маркировочная

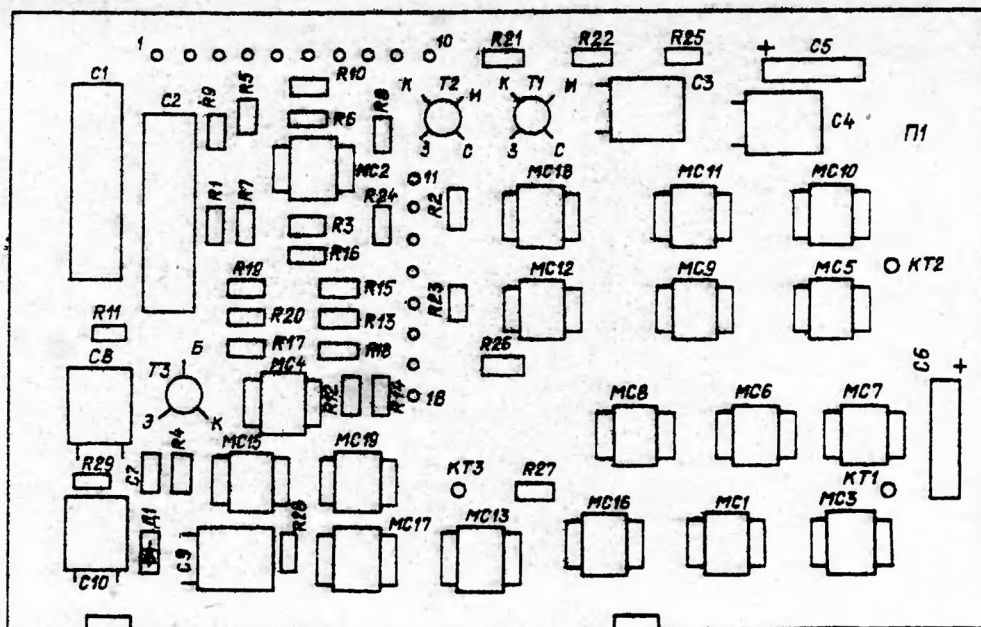


Рис.13

Преобразователь напряжение-время (У7). Плата П2. Схема маркировочная

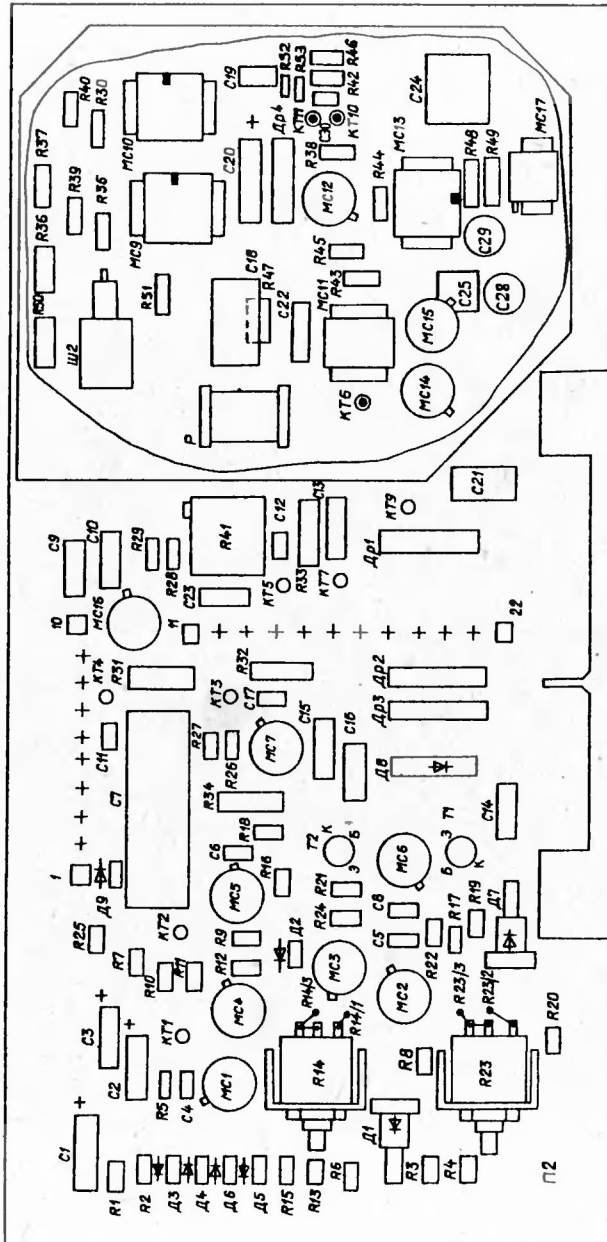


Рис.14

Преобразователь время-код (У10). Схема маркировочная

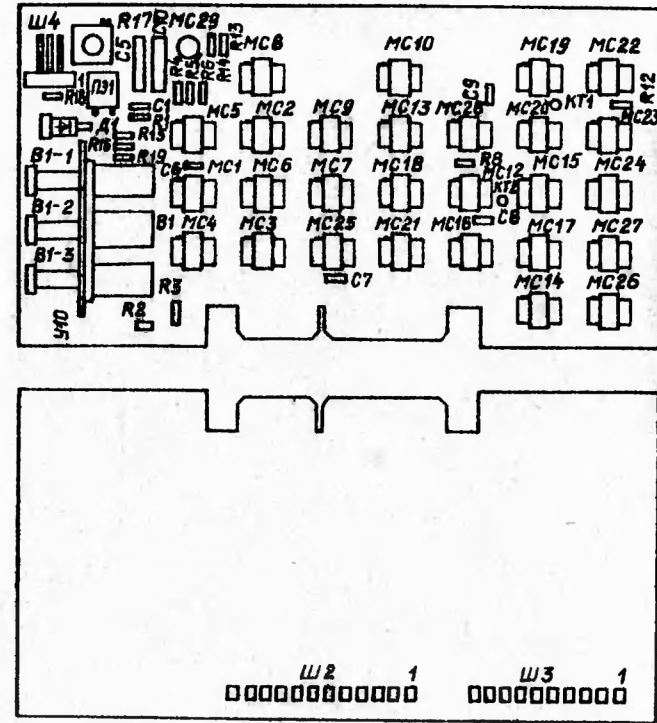


Рис.15

Устройство управления индикацией (VII). Схема маркировочная

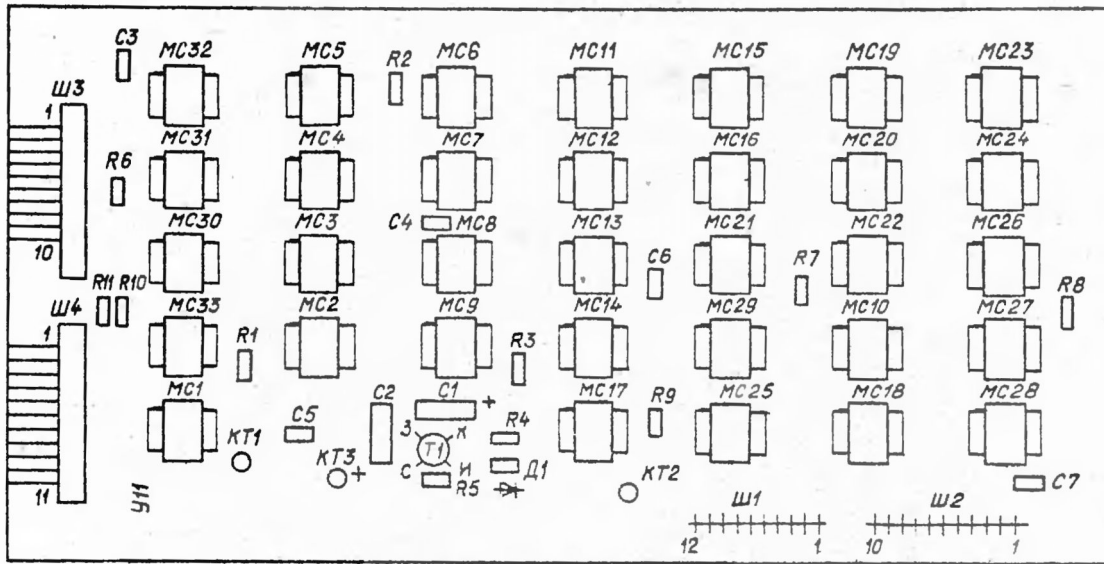


Рис. 16

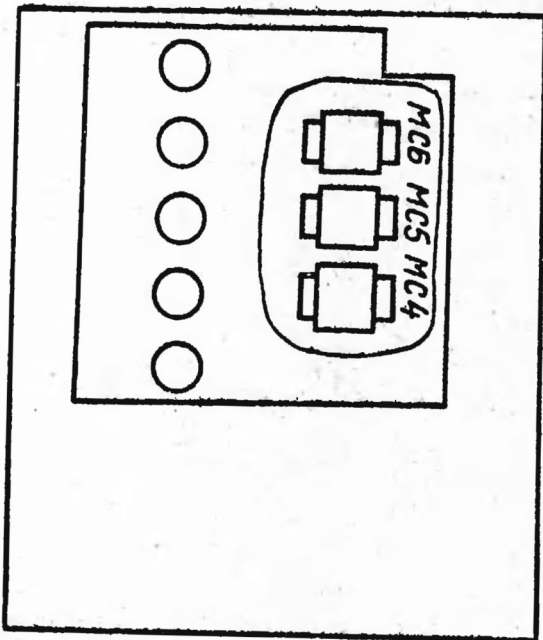
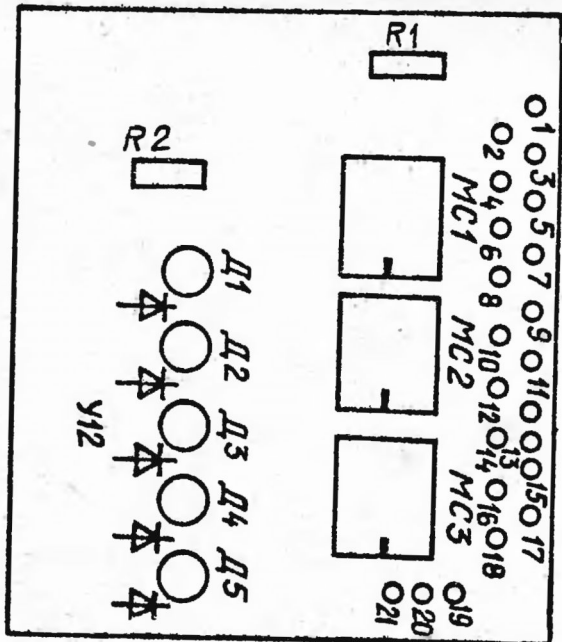


Рис. 17



Устройство индикации (VI2). Схема маркировочная

Блок вторичного электропитания (У13). Плата П.

Схема маркировочная

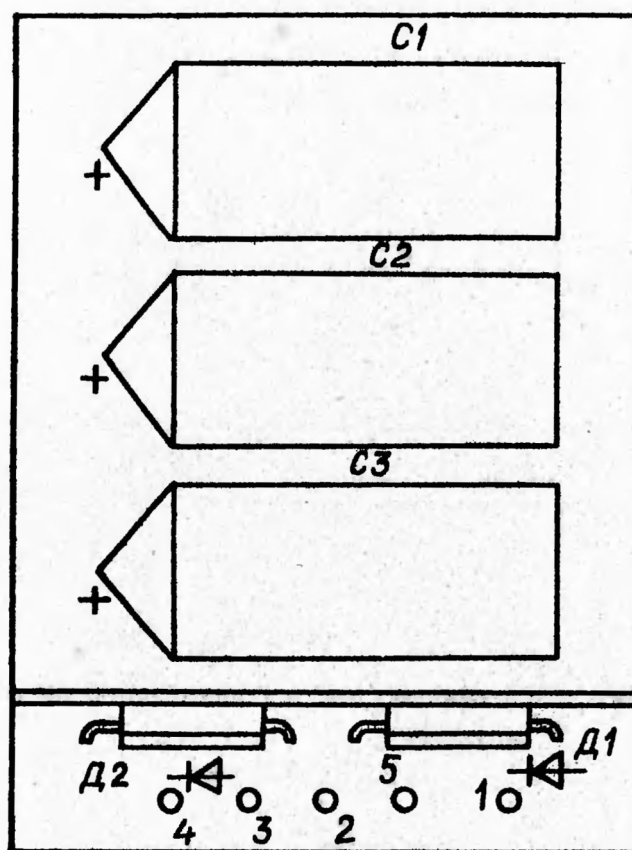


Рис. 18

Блок вторичного электропитания (У13). Плата П2.

Схема маркировочная

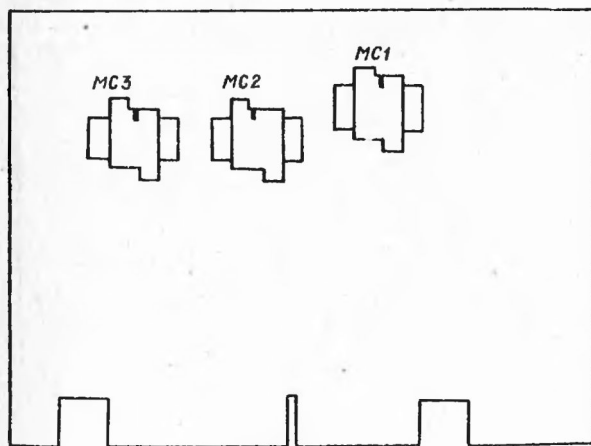
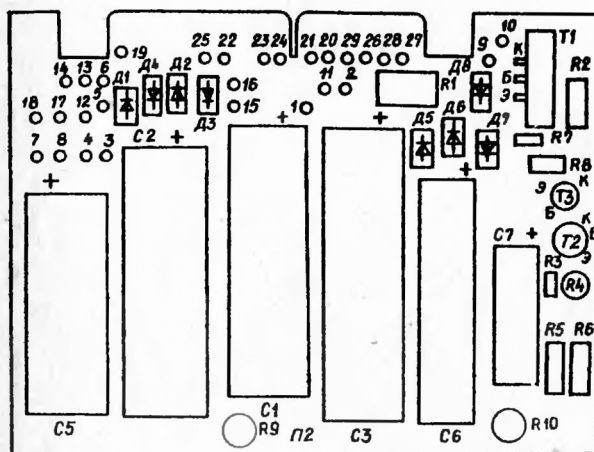


Рис. I9

Блок вторичного электропитания (У13). Плата ПЗ.

Схема маркировочная

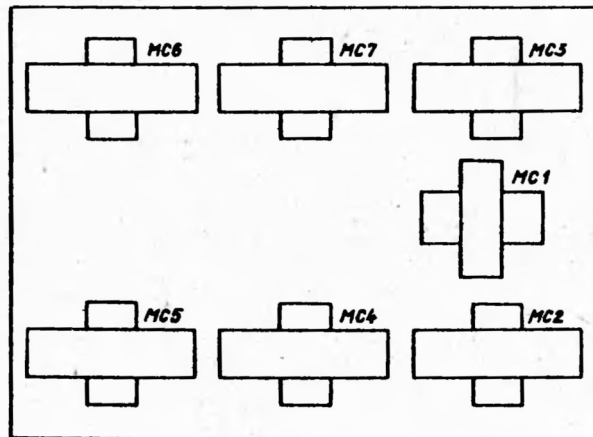
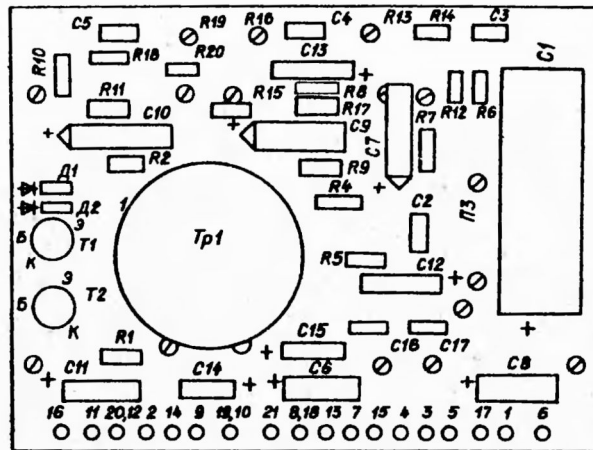


Рис.20

Преобразователь напряжения (У14). Плата П2.

Схема маркировочная

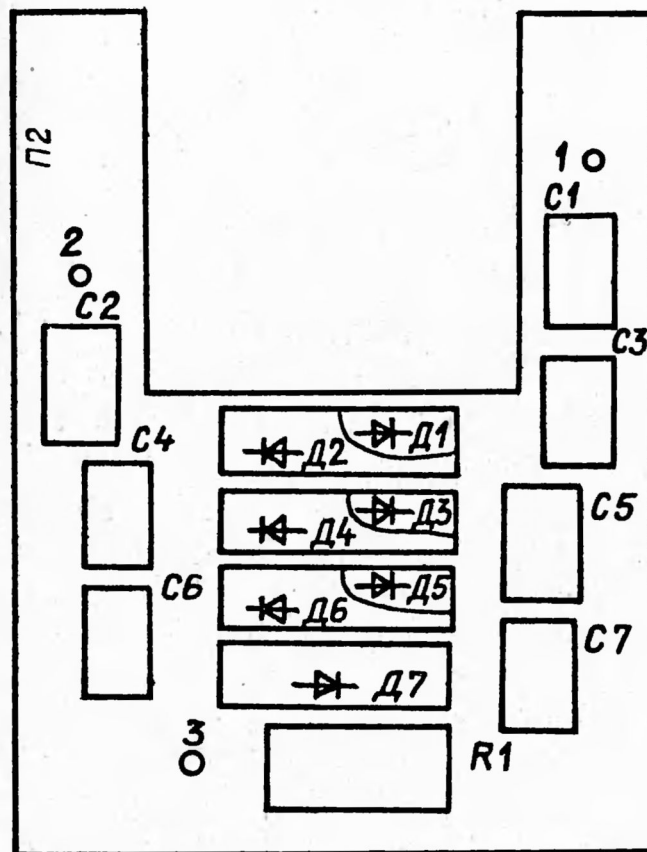


Рис.21

Преобразователь напряжения (УИ4). Плата ПП.

Схема маркировочная

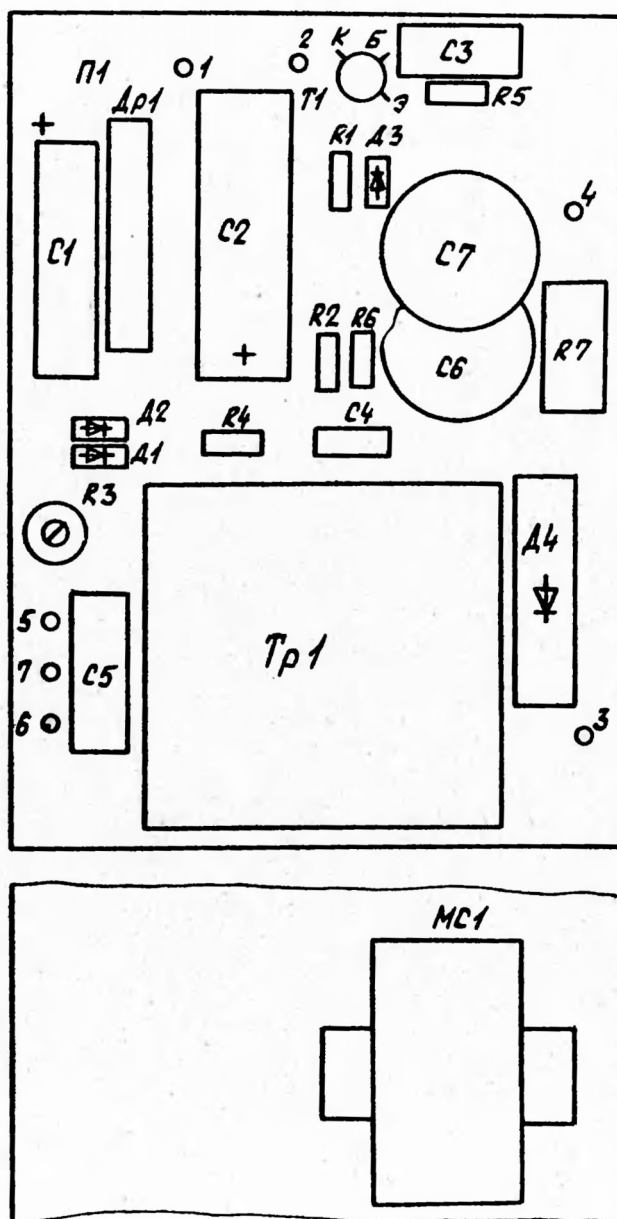


Рис. 22

Нагрузка делителя. 1:10.

Схема маркировочная

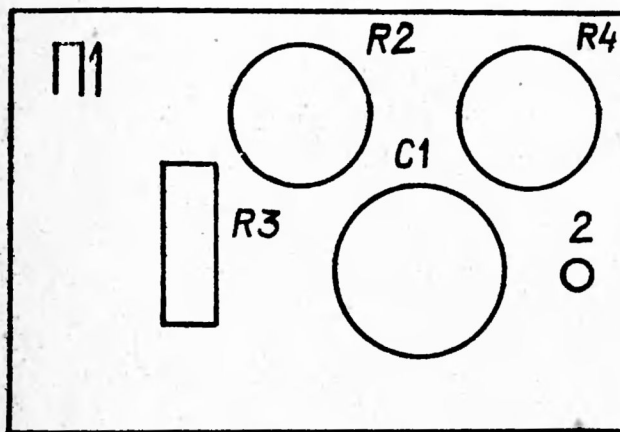


Рис.23