

C1-98

C1-98

**ОСЦИЛЛОГРАФ
УНИВЕРСАЛЬНЫЙ**

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ
И ИНСТРУКЦИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ**

И22.048.006 ТО

И22.048.006 ТО1

1988

1988

3. 4. Ширина линии луча не должна превышать:
0,8 мм в центральной зоне (зона А), ограниченной прямоугольником со сторонами, отстающими от центра на 3/8 размера рабочей части экрана в направлении ее осей;

1,0 мм на краях рабочей части экрана (зона Б) за пределами зоны А.

3. 5. Тракт вертикального отклонения обеспечивает следующие режимы работы:

канал I;

двухканальный режим (I, II);

алгебраическое сложение (I±II);

канал II.

3. 6. В каждом канале коэффициент отклонения луча по вертикали имеет значения (номинальные): 0,005; 0,01; 0,02; 0,05; 0,1; 0,2; 0,5; 1; 2; 5 В/дел.

При подключении на вход любого канала выносного делителя коэффициент отклонения в соответствующем канале увеличивается в 10 раз.

При повороте ручки плавного изменения коэффициента отклонения любого канала из крайнего правого в крайнее левое положение коэффициент отклонения соответствующего канала должен увеличиваться не менее, чем в 2,5 раза.

При выводе ручки плавного изменения коэффициента отклонения любого канала из крайнего правого положения перед значением коэффициента отклонения соответствующего канала должен изображаться знак «>».

В каждом канале выбор коэффициента отклонения луча по вертикали в пределах всего диапазона значений должен осуществляться вручную с помощью переключателей ручного управления, дистанционно и автоматически.

При дистанционном выборе коэффициента отклонения системы ручного и автоматического управления должны блокироваться.

3. 7. При автоматическом выборе коэффициента отклонения в пределах всего диапазона значений вертикальный размер изображения на экране ЭЛТ для гармонических сигналов с частотой от 200 Гц до 50 МГц и импульсных сигналов длительностью от $2,5 \cdot 10^{-3}$ до $40 \cdot 10^{-9}$ с со скважностью и не более 250 находится в пределах от 2 до 8 делений.

При отсутствии входного сигнала должен автоматически устанавливаться коэффициент отклонения равный 5 мВ/ДЕЛ.

3. 8. Пределы допустимого значения относительной погрешности коэффициентов отклонения луча по вертикали (с делителем 1:10 и без него) равны:

1) основной $\pm 3\%$;

2) в рабочем диапазоне влияющего фактора $\pm 4,5\%$.

3. 9. Пределы допустимого значения относительной погрешности измерения напряжения постоянного тока, гармонических сигналов в диапазоне частот от 0 до 5 МГц и импульсов длительностью от $0,2 \cdot 10^{-6}$ до 0,5 с в интервале от $15 \cdot 10^{-3}$ до 200 В с помощью системы цифровых измерений, в процентах, равны:

$$1) \text{ основной } \pm [2 + 0,5 \left(\left| \frac{h_k}{h} \right| - 1 \right)] \quad (3. 1)$$

при коэффициенте отклонения 5 мВ/дел;

$$\pm [1,5 + 0,5 \left(\left| \frac{h_k}{h} \right| - 1 \right)] \quad (3. 2)$$

при остальных значениях коэффициентов отклонения;

$$\pm [2 + 0,5 \left(\left| \frac{h_k}{h} \right| - 1 \right)] \quad (3. 3)$$

при измерении с выносным делителем,

где h_k — больший (по модулю) из пределов измерений, в делениях;

h — вертикальный размер изображения измеряемого сигнала, в делениях.

2) дополнительной погрешности измерения тех же сигналов от изменения температуры окружающей среды, в рабочей области температур, не превышает



ТЕХНИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ И ИНСТРУКЦИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

Часть 1

И22.048.006 ТО

Часть 2

И22.048.006 ТО1

1988

ВНИМАНИЕ!

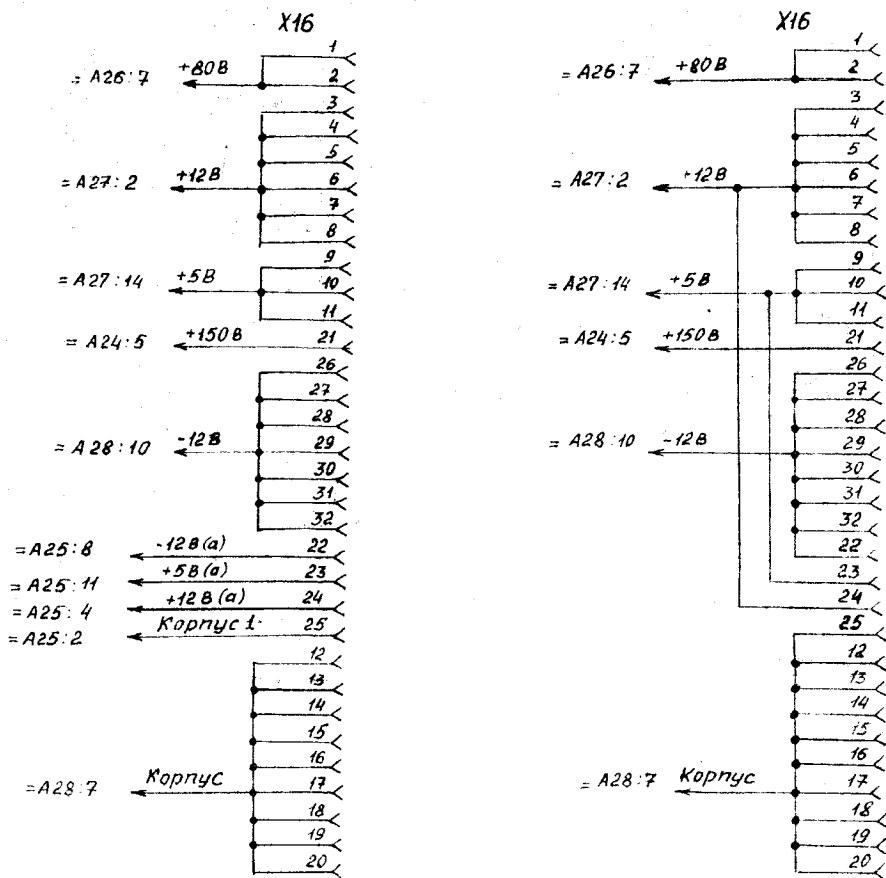
В осциллографе возможны незначительные конструктивные и схемные изменения, которые не отражены в эксплуатационной документации и не меняют технических параметров осциллографа.

Внимание!

В данном приборе может отсутствовать плата А25, стабилизатор И23.233.196, при этом изменяется схема электрическая И22.048.007.93 лист 3:

имеется:

должно быть:



— напряжений от 0,2 до 200 В в диапазоне частот от 0 до 35 МГц с делителем 1:10;

— временных интервалов от $0,04 \cdot 10^{-6}$ до 4 с.

Осциллограф может использоваться при конвейерной наладке радиоэлектронной аппаратуры в процессе серийного производства в поверочных лабораториях и в ремонтных мастерских.

За счет автоматизации операций управления, цифровой индикации на экране ЭЛТ и введения системы цифровых измерений параметров исследуемого сигнала осциллограф обеспечивает упрощение эксплуатации и повышение производительности труда оператора при одновременном увеличении точности измерений.

Осциллограф соответствует 2 классу точности (ГОСТ 22737-77).

Нормальными условиями применения осциллографа являются:

температура окружающего воздуха, К (°С)	293±5 (20±5);
относительная влажность окружающего воздуха, %	30 ... 80
атмосферное давление, кПа (мм рт. ст.)	84 ... 106 (630 ... 795)
частота питающей сети, Гц	50±0,5 или 400±10
напряжение питающей сети переменного тока, В, при частоте:	
50 Гц	220±4,4
400 Гц	220±4,4 или 115±2,3
форма кривой переменного напряжения питающей сети	синусоидальная, коэффициент гармоник не более 5 %
Рабочими климатическими условиями для осциллографа являются:	
температура окружающего воздуха, К (°С)	263 ... 323 (минус 10 ... плюс 50)
относительная влажность окружающего воздуха, %	95 при температуре 303 К (30 °С)
атмосферное давление, кПа (мм рт. ст.)	60 ... 106,7 (460 ... 800)
Пределными (нерабочими) условиями для осциллографа являются:	
температура окружающего воздуха, К (°С)	223 ... 333 (минус 50 ... плюс 60)
пониженное атмосферное давление, кПа (мм рт. ст.)	60 (460)
Механические удары (для осциллографа в транспортной таре) многократного действия:	
ускорение, м/с ²	147 (15 г)
длительность импульса, мс	5 ... 10;
одиночного действия:	
ускорение, м/с ²	490 (50 г)
длительность импульса, мс	1 ... 10

3. ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

3. 1. Размеры рабочей части экрана должны быть не менее 8 делений (80 мм) по вертикали и не менее 10 делений (100 мм) по горизонтали.
3. 2. Яркость изображения сигналов и символов индикации должна регулироваться от полного отсутствия до величины, удобной для наблюдения.
3. 3. Осциллограф обеспечивает индикацию коэффициента отклонения, коэффициента развертки и результатов измерений в цифровой форме. Символы цифровой индикации располагаются в пределах одного верхнего и одного нижнего деления шкалы ЭЛТ.

Часть 1

1. ВВЕДЕНИЕ

Настоящее техническое описание и инструкция по эксплуатации предназначены для ознакомления лиц, эксплуатирующих осциллограф, с устройством и принципом его работы, основными правилами эксплуатации, обслуживания, простейшего ремонта и транспортирования.

Все электрорадиоэлементы, встречающиеся в настоящем техническом описании и инструкции по эксплуатации, обозначаются позиционными обозначениями в соответствии со схемами электрическими принципиальными.

Настоящее техническое описание и инструкция по эксплуатации состоит из двух частей:

1. Техническое описание и инструкция по эксплуатации. Часть I. И22.048.006 ТО (с приложением электрических схем).

2. Техническое описание и инструкция по эксплуатации. Часть II. И22.048.006 ТО1.

В техническом описании и инструкции по эксплуатации приняты следующие сокращения:

ОТК	— отдел технического контроля;
ЭЛТ	— электронно-лучевая трубка;
ЛЗ	— линия задержки;
АЦП	— аналого-цифровой преобразователь;
ЦАП	— цифро-аналоговый преобразователь;
ДУ	— дистанционное управление;
ЗИП	— запасное имущество и принадлежности;
КИЛ	— контрольно-измерительная лаборатория;
УСТ. 0	— установка нуля;
ВЧ	— высокочастотный.

2. НАЗНАЧЕНИЕ

Осциллограф универсальный С1-98 (в дальнейшем — осциллограф) предназначен для визуального исследования и оперативного контроля:

— напряжений от 0,02 до 40 В в диапазоне частот от 0 до 50 МГц без делителя 1:10;

СОДЕРЖАНИЕ

Часть 1

1. Введение	6
2. Назначение	6
3. Технические данные	7
4. Состав осциллографа	14
5. Устройство и работы осциллографа и его составных частей	15
5. 1. Принцип действия	15
5. 2. Схема электрическая принципиальная	24
5. 3. Конструкция осциллографа	57
6. Маркирование, пломбирование и упаковка	59

Часть 2

1. Общие указания по эксплуатации	71
2. Указание мер безопасности	71
3. Подготовка к работе	72
3. 1. Установка осциллографа на рабочем месте	72
3. 2. Описание органов управления	72
4. Порядок работы	77
4. 1. Подготовка к проведению измерений	77
4. 2. Подстройка и калибровка	78
4. 3. Проведение измерений	79
4. 4. Фотографирование сигналов	93

5. Регулирование и настройка	95
5. 1. Общие сведения	95
5. 2. Регулировка источников питания	96
5. 3. Регулировка схемы ЭЛТ	98
5. 4. Регулировка калибратора	98
5. 5. Регулировка схемы синхронизации	99
5. 6. Регулировка генератора развертки	100
5. 7. Регулировка усилителя X и калибровка длительности развертки	100
5. 8. Настройка усилителя Z	101
5. 9. Настройка устройства управления, устройства выбора знаков, генератора знаков	101
5. 10. Регулировка тракта вертикального отклонения	102
5. 11. Настройка системы цифровых измерений	103
6. Характерные неисправности и методы их устранения	104
6. 1. Метод разборки прибора и поиск неисправностей	104
6. 2. Краткий перечень возможных неисправностей	109
7. Техническое обслуживание	113
8. Поверка осциллографа	114
8. 1. Общие положения	114
8. 2. Операции и средства поверки	114
8. 3. Требования безопасности	121
8. 4. Условия поверки и подготовка к ней	121
8. 5. Проведение поверки	121
8. 6. Оформление результатов поверки	136
9. Правила хранения	137
10. Транспортирование	137
10. 1. Тара, упаковка и маркирование упаковки	137
10. 2. Условия транспортирования	140
ПРИЛОЖЕНИЕ 1. Карта напряжений на электродах транзисторов, микросхем, ЭЛТ	141
ПРИЛОЖЕНИЕ 2. Форма импульсных напряжений на электродах транзисторов и микросхем	151
ПРИЛОЖЕНИЕ 3. Данные моточных узлов	171
Карточка отзыва потребителя	173

Общий вид прибора

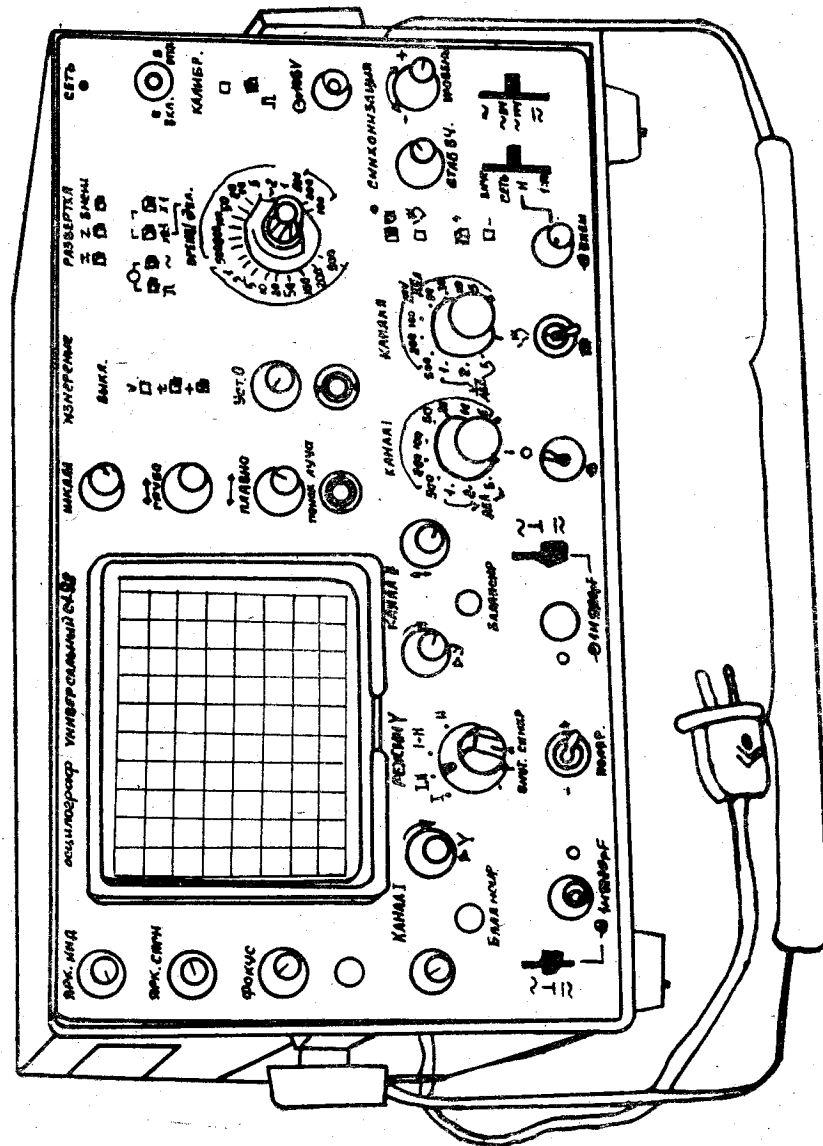


Рис. 1

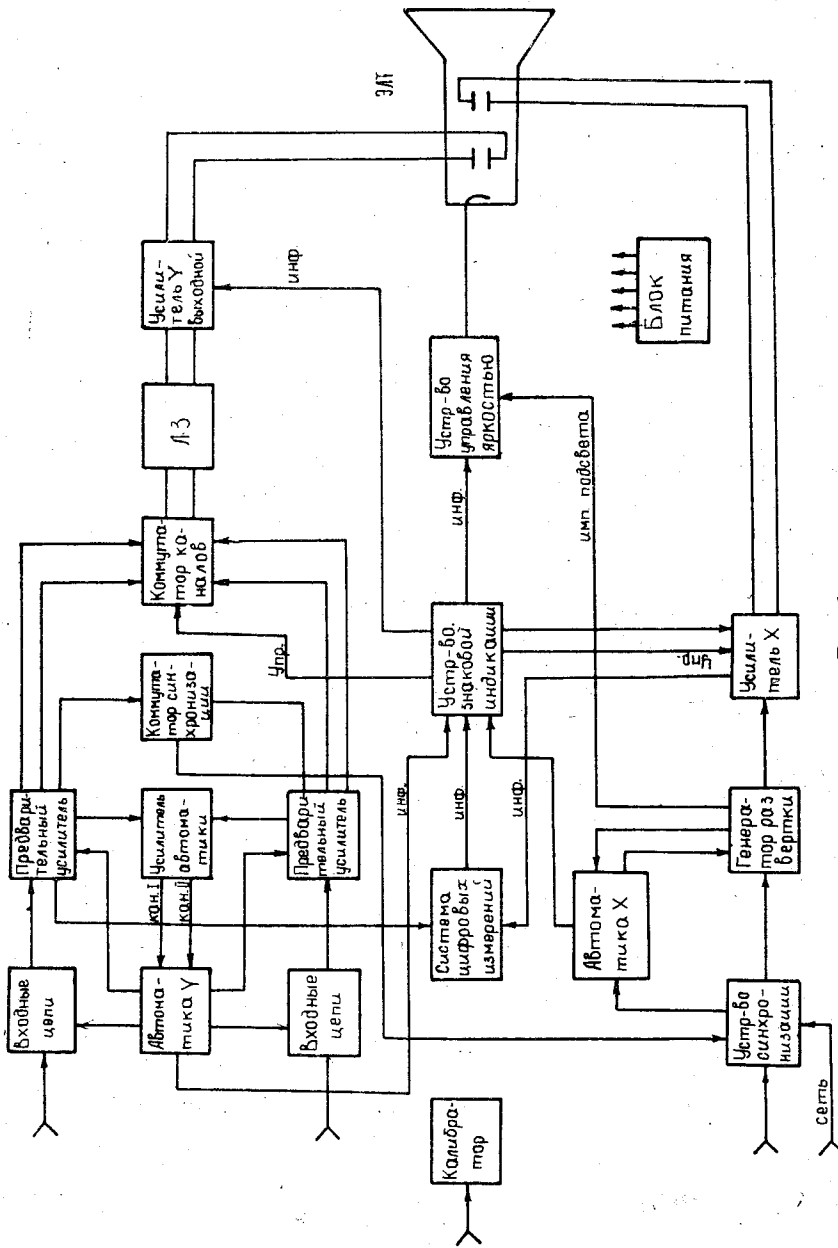


Рис. 1

- половины от предела основной погрешности на каждые 10 °С изменения температуры внешней среды, а в условиях относительной влажности 95 % и температуры 30 °С не превышает два с половиной предела основной погрешности.
3. 10. Время нарастания переходной характеристики каналов I и II не превышает:
 - 8 нс при коэффициенте отклонения 5 мВ/дел;
 - 7 нс при остальных значениях коэффициента отклонения.
 Время установления переходной характеристики каналов I и II не превышает:
 - 32 нс при коэффициенте отклонения 5 мВ/дел;
 - 28 нс при остальных значениях коэффициента отклонения.
 При подключении на вход любого из каналов выносного делителя время нарастания переходной характеристики при любом значении коэффициента отклонения увеличивается не более чем на 2 нс, а время установления переходной характеристики увеличивается не более чем на 7 нс.
 3. 11. Выброс переходной характеристики в каналах I и II не превышает 5 % при всех значениях коэффициента отклонения луча по вертикали; при подключенном выносном делителе величина выброса не превышает 7 %.
 3. 12. Неравномерность вершины переходной характеристики в каналах I и II после времени установления не превышает 2 %, на участке времени установления — 4 %.
 3. 13. Спад вершины переходной характеристики при закрытых входах каналов I и II и длительности испытательного импульса 10 мс не превышает 10 %.
 3. 15. Полоса пропускания тракта вертикального отклонения в режиме суммирования (1 канал+II канал) от 0 до 35 МГц при опорной частоте 100 кГц.
 3. 16. Дрейф луча после времени установления рабочего режима не превышает:
 - кратковременный — 2 мм (1 мВ);
 - долговременный — 10 мм/ч (5 мВ/ч).
 Смещение линии развертки при переходе от одного значения коэффициента отклонения к другому не более 10 мм (5 мВ).
 - Смещение линии развертки из-за входного тока не превышает 5 мм (2,5 мВ).
 - Смещение линии развертки при изменении полярности канала II не превышает 10 мм (5 мВ) в центре экрана.
 - Смещение линии развертки при изменении напряжения питающей сети на ±10 % не более 2 мм (1 мВ).
 Периодические и (или) случайные отклонения должны быть не более 2 % от номинального значения.
 3. 17. Пределы перемещения луча по вертикали составляют не менее двух значений номинального вертикального отклонения.
 3. 18. Входное активное сопротивление каждого канала тракта вертикального отклонения при открытом входе равно $(1 \pm 0,02)$ МОм, входная емкость — (20 ± 2) пФ.
 3. 19. Максимальный размах исследуемого сигнала на открытых входах каналов I и II без выносного делителя должен быть не более 40 В.
 - Максимальное суммарное значение постоянного напряжения и амплитуды переменного напряжения на закрытых входах каналов без выносного делителя не должно превышать 200 В.
 3. 20. Задержка тракта вертикального отклонения должна быть не менее 60 нс и обеспечивать просмотр фронта исследуемого импульса на рабочей части линии развертки при вертикальном размере изображения импульса от 2 до 8 делений.
 3. 21. Коэффициент развязки между каналами на частоте 50 МГц не менее 1000, на частоте 15 МГц—5000.
 3. 22. Разность фаз между каналами вертикального и горизонтального отклонения в режиме X—Y в полосе частот от 0 до 50 кГц не превышает 3 °.

5. УСТРОЙСТВО И РАБОТА ОСЦИЛЛОГРАФА И ЕГО СОСТАВНЫХ ЧАСТЕЙ

5. 1. Принцип действия

3. 23. Выносной делитель 1:10 обладает входным активным сопротивлением ($1 \pm 0,02$) МОм, входной емкостью не более 12 пФ и коэффициентом деления 10 с погрешностью не более $\pm 2\%$.

Максимальное суммарное значение постоянного напряжения и амплитуды переменного напряжения, приложенное ко входу выносного делителя, не должно превышать 300 В.

3. 24. Тракт горизонтального отклонения обеспечивает следующие режимы работы:

- автоколебательный;
- ждуший;
- внешний.

3. 25. Коэффициент развертки имеет номинальные значения:

- 500, 200, 100, 50, 20, 10, 5, 2, 1 мс/дел;
- 500, 200, 100, 50, 20, 10, 5, 2, 1 мкс/дел;
- 500, 200, 100 нс/дел.

В пределах каждого значения коэффициента развертки обеспечивается плавное увеличение его не меньше чем в 2,5 раза.

При выводе ручки плавного изменения коэффициента развертки из крайнего правого положения перед значением коэффициента развертки выписывается знак «>».

Ручной и дистанционный выбор коэффициента развертки должен осуществляться в пределах всего диапазона значений.

При ручном выборе коэффициента развертки переключатель растяжки должен обеспечивать уменьшение любого коэффициента развертки в 10 раз и соответствующую растяжку развертки. При этом должны дополнительно обеспечиваться значения коэффициента развертки 50, 20 и 10 нс/дел.

Растяжка развертки должна производиться вправо и влево от центра шкалы ЭЛТ; при включении переключателя растяжки смещение точки изображения сигнала, совпадающей с центром шкалы, не должно превышать 1 деления вправо или влево от центра, а ручка плавного перемещения по горизонтали « \longleftrightarrow ПЛАВНО» должна обеспечивать смещение растянутого изображения не менее, чем на 10 делений.

При дистанционном выборе коэффициента развертки системы ручного и автоматического управления должны блокироваться.

3. 26. При автоматическом выборе коэффициента развертки для периодических сигналов с частотой от 200 Гц до 50 МГц, размахом не менее 2 делений и скважностью не более 3, горизонтальный размер изображения одного периода исследуемого сигнала на экране ЭЛТ находится в пределах от 2 до 8 делений.

Система автоматического управления обеспечивает выбор любого коэффициента развертки в пределах от 2 мс/дел до 10 нс/дел.

При коэффициенте развертки равном 50, 20 и 10 нс/дел автоматически включается растяжка развертки.

При автоматическом выборе коэффициента развертки для периодических импульсных сигналов с частотой повторения от 200 Гц до 10 МГц, вертикальным размером изображения не менее 2 делений и скважностью от 3 до 250 горизонтальный размер изображения исследуемого импульса находится в пределах от 2 до 8 делений.

При отсутствии входного сигнала в режимах автоматического выбора устанавливается коэффициент равный 100 мкс/дел.

3. 27. Пределы допускаемого значения относительной погрешности коэффициента развертки в пределах рабочей части развертки равны:

- 1) основной $\pm 3\%$;
- 2) в рабочем диапазоне влияющего фактора $\pm 4,5\%$.

Рабочей частью развертки при выключенной растяжке является участок длиной 10 делений, отсчитанный от ее начала, за исключением начального участка длиной 0,6 делений при коэффициенте развертки равном 100 нс/дел.

5. 1. 1. Универсальный осциллограф С1-98 построен по классической двухканальной схеме, содержащей:

- тракт вертикального отклонения;
- тракт горизонтального отклонения;
- устройство управления яркостью луча;
- калибратор амплитуды и длительности;
- индикаторное устройство — электронно-лучевую трубку (ЭЛТ);
- источник питания.

Отличительной особенностью осциллографа является то, что во все основные функциональные узлы введены устройства автоматического управления. Структурная схема осциллографа приведена на рис. 1.

С целью повышения точности измерения амплитуд и временных интервалов в приборе применена система цифровых измерений. Для вывода результатов измерения и значений выбранных коэффициентов отклонения и коэффициента развертки в состав прибора введено устройство знаковой индикации, обеспечивающее выписку знаков непосредственно на экране ЭЛТ.

5. 1. 2. Тракт вертикального отклонения усиливает или ослабляет входные сигналы до величины, удобной для изучения на экране ЭЛТ. В него входят:

- входные цепи каждого канала, содержащие разъем, переключатель входа, коммутатор сигнала, делитель. Входные цепи обеспечивают коэффициенты отклонения от 0,005 до 5 В/дел, изменяющиеся тремя ступенями (1:1; 1:10; 1:100). Входное сопротивление делителя 1 МОм;
- предварительные усилители, содержащие низкоомный делитель, фазоинвертор, расщепляющий фазу и усиливающий исследуемые сигналы и усилитель синхронизации. С предварительных усилителей сигнал поступает на вход коммутатора каналов, усилителя автоматки и коммутатора синхронизации;

коммутатор каналов с усилителем, который служит для подачи на выходной усилитель сигнала соответствующего канала или его прерывания при выписке на экране ЭЛТ символов индикации. С коммутатора каналов сигнал через линию задержки, компенсирующую задержку, возникающую в тракте горизонтального отклонения и позволяющую вывести передний фронт исследуемого импульса на середину рабочей части экрана, поступает на усилитель Y выходной, питающий сигнальные пластины ЭЛТ либо исследуемым сигналом, либо импульсами, с помощью которых осуществляется выписка знаков;

усилитель автоматки, служащий для усиления сигналов обоих каналов до величины, необходимой для работы схемы автоматки Y;

автоматика Y, служащая для управления входной цепью и низкоомным делителем предварительного усилителя обоих каналов, независимо от режима работы тракта вертикального отклонения, т. е. ручного дистанционного или автоматического. Информация о выбранных коэффициентах отклонения с автоматки Y передается в устройство знаковой индикации;

коммутатор синхронизации, представляющий собой переключатель, которым производится выбор сигнала для подачи на устройство синхронизации.

5. 1. 3. Тракт горизонтального отклонения генерирует пилообразное, синхронное с исследуемым сигналом, напряжение для создания временной оси на экране ЭЛТ, обеспечивает передачу сигнала на пластины ЭЛТ при исследовании сигналов с помощью фигур Лиссажу. В него входят:

устройство синхронизации, осуществляющее запуск генератора развертки синхронно с запускающим сигналом, что обеспечивает устойчивое (неподвижное) изображение исследуемого сигнала на экране осциллографа. Устройство обеспечивает режим как внутренней, так и внешней синхронизации генератора развертки. Синхронизация может обеспечиваться как в ручном, так и в автоматическом режимах;

80 дБ на частотах от 0,15 до 0,5 МГц;

74 дБ на частотах от 0,5 до 2,5 МГц;

66 дБ на частотах от 2,5 до 30 МГц.

3. 57. Габаритные размеры осциллографа — не более 404×240×495 мм.

Габаритные размеры тарного ящика для осциллографа с укладочным ящиком — не более 787×724×454.

Габаритные размеры укладочного ящика — не более 624×611×311 мм.

Габаритные размеры картонной коробки — не более 524×430×262 мм.

Габаритные размеры тарного ящика для осциллографа с коробкой — не более 995×556×424 мм.

Габаритные размеры тарного ящика (фанерного) для осциллографа с укладочным ящиком 751×730×339 мм.

4. СОСТАВ ОСЦИЛЛОГРАФА

4. 1. Состав осциллографа приведен в табл. 1.

Таблица 1

Наименование	Обозначение	Кол.	Примечание
1. Осциллограф универсальный С1-98	И22.048.007	1	
2. Принадлежности:			
переход	ЯП2.236.001	1	
зажим	ЯП4.835.007	2	
переход	И22.236.006	1	
делитель 1:10	И22.727.080	2	
щуп	И24.266.000	2	
кабель	И24.850.086	2	
кабель	И24.850.088	2	
кабель	И24.850.089	1	
провод соединительный	И24.860.008	2	
плата объединительная	И25.282.310	1	
плата объединительная	И25.282.311	1	
кабель	И26.645.001	2	
светофильтр	И27.222.010-03	1	
каркас	И27.804.121	1	
тубус	И28.647.016	1	
розетка РС-50 с кожухом		1	
переход СР-50-95 ФВ		2	
Запасные части:			
лампа СМН-10-55-2		7	
вставка плавкая ВП1-1-4,0 А 250 В		4	
вставка плавкая ВП1-2-0,25 А 250 В		3	

Рабочей частью развертки при включенной растяжке является участок длиной 100 делений, отсчитанный от ее начала, за исключением начального участка длиной 0,6 деления при коэффициенте развертки, равном 100 нс/дел;

1, 2 деления при коэффициенте развертки равном 50 нс/дел;

3 деления при коэффициенте развертки равном 20 нс/дел;

6 делений при коэффициенте развертки равном 10 нс/дел.

3. 28. Пределы допускаемого значения относительной погрешности измерения интервалов времени в пределах рабочей части развертки с помощью системы цифровых измерений, в процентах, равны:

$$1) \text{ основной: } \pm [1,5 + 0,5 \left(\left| \frac{lk}{1} \right| - 1 \right)] \quad (3.4)$$

в диапазоне от $200 \cdot 10^{-9}$ до 0,1 с при коэффициентах развертки от 0,1 мкс/дел до 10 мс/дел и отключенной растяжке

$$\pm [2 + 0,6 \left(\left| \frac{lk}{1} \right| - 1 \right)] \quad (3.5)$$

в диапазоне от $20 \cdot 10^{-9}$ с до 10 нс при коэффициентах развертки от 10 нс/дел до 1 мс/дел и включенной растяжке,

где lk — больший (по модулю) из пределов измерений в делениях,

1 — горизонтальный размер изображения измеряемого интервала времени в делениях;

2) дополнительной погрешности измерения тех же сигналов от изменения температуры окружающей среды, в рабочей области температур, не превышает половины от предела основной погрешности на каждые 10 °С изменения температуры внешней среды, а в условиях относительной влажности 95 % и температуры 30 °С не превышает два с половиной предела основной погрешности.

3. 29. Пределы допускаемого значения относительной погрешности измерения частоты периодических сигналов в пределах рабочей части развертки с помощью системы цифровых измерений, в процентах, равны:

$$1) \text{ основной } \pm [1,5 + 0,5 \left(\left| \frac{lk}{1} \right| - 1 \right)] \quad (3.6)$$

в диапазоне от 10 Гц до 5 МГц при коэффициенте развертки от 10 мс/дел до 0,1 мкс/дел и отключенной растяжке,

$$\pm [2 + 0,6 \left(\left| \frac{lk}{1} \right| - 1 \right)] \quad (3.7)$$

в диапазоне от 100 Гц до 50 МГц при коэффициентах развертки от 1 мс/дел до 10 нс/дел и включенной растяжке,

где lk — больший (по модулю) из пределов измерений в делениях,

1 — горизонтальный размер изображения измеряемого интервала времени в делениях;

2) дополнительной погрешности измерения тех же сигналов от изменения температуры окружающей среды, в рабочей области температур, не превышают половины от предела основной погрешности на каждые 10 °С изменения температуры внешней среды, а в условиях относительной влажности 95 % и температуры 30 °С не должны превышать два с половиной предела основной погрешности.

3. 30. Пределы перемещения луча по горизонтали должны быть не менее одного значения номинального горизонтального отклонения и обеспечивать совмещение начала и конца линии развертки с центром экрана.

3. 31. Коэффициент отклонения луча по горизонтали должен иметь значения 0,2 и 2 В/дел.

Пределы допускаемого значения относительной погрешности коэффициента отклонения луча по горизонтали равны:

1) основной $\pm 6\%$;

2) в рабочем диапазоне влияющего фактора $\pm 10\%$.

3. 32. Полоса пропускания тракта горизонтального отклонения во внешнем режиме должна быть от 0 до 5 МГц при опорной частоте 100 кГц.

3. 33. Входное активное сопротивление тракта горизонтального отклонения при открытом входе равно $(1 \pm 0,1)$ МОм; входная емкость — не более 35 пФ.

3. 34. Внутренняя синхронизация при ручной установке уровня осуществляется исследуемым сигналом любой полярности при вертикальном размере изображения сигнала от 0,8 до 8 делений. Диапазон частот синхронизации определяется положением переключателя вида синхронизации и составляет:

- от 200 до $50 \cdot 10^6$ Гц — в положении « \sim »;
- от $30 \cdot 10^3$ до $50 \cdot 10^6$ Гц — в положении « \sim ВЧ»;
- от 25 до $30 \cdot 10^3$ Гц — в положении « \sim НЧ»;
- от 2 до $50 \cdot 10^6$ Гц — в положении « \approx ».

Синхронизация импульсными сигналами обеспечивается при длительности импульса 20 нс и более.

Синхронизация также осуществляется от питающей сети в положении « \sim НЧ» переключателя вида синхронизации.

Нестабильность запуска развертки не превышает 0,1 деления при коэффициенте развертки 10 нс/дел.

3. 35. Внутренняя синхронизация при автоматической установке уровня осуществляется исследуемым сигналом любой полярности независимо от положения ручки «УРОВЕНЬ» при вертикальном размере изображения сигнала 4 деления при коэффициенте отклонения равном 5 мВ/дел и 2 деления при остальных коэффициентах отклонений.

Диапазон частот синхронизации определяется положением переключателя вида синхронизации и составляет:

- от 200 до $50 \cdot 10^6$ Гц — в положении « \sim »;
- от $30 \cdot 10^3$ до $50 \cdot 10^6$ Гц — в положении « \sim ВЧ»;
- от 200 до $30 \cdot 10^3$ Гц — в положении « \sim НЧ»;
- от 200 до $50 \cdot 10^6$ Гц — в положении « \approx ».

Синхронизация импульсными сигналами обеспечивается при длительности импульсов 20 нс и более.

Нестабильность запуска развертки не превышает 0,1 деления при коэффициенте развертки 10 нс/дел.

3. 36. Внешняя синхронизация осуществляется исследуемыми сигналами любой полярности размахом от 0,4 до 40 В как при автоматической установке уровня, так и при ручной установке.

Диапазон частот внешней синхронизации при ручной установке уровня определяется положением переключателя вида синхронизации и составляет:

- от 200 до $50 \cdot 10^6$ Гц — в положении « \sim »;
- от $30 \cdot 10^3$ до $50 \cdot 10^6$ Гц — в положении « \sim ВЧ»;
- от 25 до $30 \cdot 10^3$ Гц — в положении « \sim НЧ»;
- от 2 до $50 \cdot 10^6$ Гц — в положении « \approx ».

Диапазон частот внешней синхронизации при автоматической установке уровня определяется положением переключателя вида синхронизации и составляет:

- от 200 до $50 \cdot 10^6$ Гц — в положении « \sim »;
- от $30 \cdot 10^3$ до $50 \cdot 10^6$ Гц — в положении « \sim ВЧ»;
- от 200 до $30 \cdot 10^3$ Гц — в положении « \sim НЧ»;
- от 200 до $50 \cdot 10^6$ Гц — в положении « \approx ».

Синхронизация импульсными сигналами обеспечивается при длительности импульсов 20 нс и более.

Нестабильность запуска развертки не превышает 0,1 деления при коэффициенте развертки 10 нс/дел.

3. 37. Внутренний источник калиброванного напряжения генерирует положительные П-образные импульсы с частотой 1 кГц и амплитудой 0,6 В.

Пределы допускаемого значения погрешности амплитуды и частоты импульсов калибратора равны:

- 1) основной $\pm 0,5$ %;
- 2) в рабочем диапазоне влияющего фактора $\pm 0,75$ %.

3. 38. Регулировка подсвета меняет освещенность шкалы от полного отсутствия до величины, удобной для отсчета по шкале ЭЛТ.

3. 39. Геометрические искажения в пределах рабочей части экрана не превышают 2 %.

3. 40. Предел допускаемого значения абсолютной погрешности ортогональности отклонения луча ЭЛТ по горизонтальной и вертикальной осям равен 1°.

3. 41. Яркость изображения сигнала при изменении скважности развертки от 2 до 40 за счет действия системы автоматической подрегулировки яркости остается в пределах величины, удобной для наблюдения.

3. 42. Модуляция по яркости обеспечивается при подаче на гнездо « \odot Z» сигналов в диапазоне частот от 20 до $10 \cdot 10^6$ Гц с амплитудой от 5 до 15 В.

3. 43. Входное активное сопротивление входа «Z» равно (50 ± 6) кОм при входной емкости не более 120 пФ.

3. 44. При нажатии кнопки «ПОИСК ЛУЧА» изображение сигнала должно появляться в пределах рабочей части экрана.

3. 45. Осциллограф сохраняет свои технические характеристики при питании его от сети переменного тока напряжением:

- (220 ± 22) В, частотой $(50 \pm 0,5)$ Гц и содержанием гармоник до 5 %;
- (220 ± 22) В, частотой $(60 \pm 0,6)$ Гц и содержанием гармоник до 5 %;
- $(115 \pm 5,75)$ В и (220 ± 11) В, частотой (400 ± 10) Гц и содержанием гармоник до 5 %.

3. 46. Мощность, потребляемая осциллографом от сети, при номинальном напряжении не превышает 180 В·А.

3. 47. Электрическая изоляция цепи питания между входом сетевого кабеля и корпусом осциллографа выдерживает без пробоя испытательное напряжение, среднее квадратическое значение которого должно соответствовать:

- 1500 В — в нормальных условиях;
- 900 В — при повышенной влажности.

Сопротивление изоляции указанной цепи осциллографа относительно корпуса составляет:

- не менее 20 МОм — в нормальных условиях;
- не менее 2 МОм — при повышенной относительной влажности;
- не менее 5 МОм — при повышенной температуре.

3. 48. Время установления рабочего режима не превышает 15 мин.

3. 49. Непрерывная работа осциллографа в рабочих условиях, при сохранении им технических характеристик, допускается в течение 8 ч.

3. 50. Нароботка осциллографа на отказ должна быть не менее 3500 ч. Средний ресурс составляет не менее 10000 ч, а срок службы — не менее 10 лет.

3. 52. Масса осциллографа не превышает 20 кг; масса осциллографа в упаковочном ящике не превышает 38 кг; масса осциллографа в транспортной таре не превышает 65 кг.

3. 53. Средний срок сохраняемости прибора не менее 10 лет.

3. 54. Осциллограф должен сохранять свои технические характеристики после замены в нем ЭЛТ.

Допускается подрегулировка прибора с помощью имеющихся органов подстройки, предусмотренная принципиальной схемой и инструкцией по эксплуатации.

3. 55. Режимы работы элементов схемы должны соответствовать нормам, установленным в стандартах и технических условиях на них.

3. 56. Уровень напряжения промышленных радиопомех не должен превышать величины «Общесоюзных норм допускаемых промышленных радиопомех. 8—72»:

первая точка отсчета и производится установка исходного состояния системы цифровых измерений. Затем с этим же узлом координатной сетки совмещается вторая точка, отстоящая от первой на величину периода исследуемого сигнала. Однако при преобразовании напряжения ΔU_x изменяется последовательность работы ключей АЦП. В первый такт работы АЦП интегрируется напряжение одного из источников опорного напряжения $U_{оп}$, а разряд интегратора производится напряжением $\Delta U''$. В этом случае результат измерения N_x , фиксируемый счетчиком результата измерения, равен:

$$N_x = \frac{U_0 \cdot f_0 \cdot t_0}{2 \cdot \Delta U''}, \quad (5.8)$$

т. е. величина N_x обратно пропорциональна длительности измеряемого периода, следовательно, прямо пропорциональна его частоте.

Измерение разности напряжений производится в той же последовательности, что и измерение длительности интервалов времени. Однако компенсирующее

напряжение поступает от источника смещения по оси Y (ручка «**I**» на передней панели прибора) через переключатель S2.

5. 1. 7. В качестве индикатора в осциллографе применена ЭЛТ типа 15ЛОИИ, имеющая размер экрана 80×100 мм и внутреннюю шкалу, обеспечивающую беспараллаксный отсчет параметров исследуемого сигнала.

5. 1. 8. Калибратор предназначен для калибровки коэффициента отклонения луча по вертикали и коэффициента развертки.

Калибратор состоит из генератора прямоугольных импульсов, параметры которого (амплитуда, период следования, длительность) стабилизированы в широком интервале температур, усилителя ограничителя и делителя, обеспечивающих на выходе калибратора калиброванное напряжение величиной 0,6 В.

5. 1. 9. Источник питания предназначен для обеспечения питающими напряжениями всех узлов и блоков прибора. Он состоит из стабилизированных источников напряжения +5 В, +12 В, минус 12 В, +80 В и нестабилизированных источников напряжения +150 В и +200 В.

Высоковольтный преобразователь формирует стабилизированные напряжения минус 2,9 кВ, минус 3 кВ и +9 кВ для питания электродов ЭЛТ. Для питания высоковольтного преобразователя служит стабилизированный источник напряжения +27 В.

5. 2. Схема электрическая принципиальная

5. 2. 1. Тракт вертикального отклонения луча предназначен для усиления исследуемых сигналов до величины, обеспечивающей наблюдение и исследование их изображения на экране ЭЛТ с минимальными искажениями.

Электрическая схема тракта вертикального отклонения изображена на чертеже И22.048.007 Э3 (лист 1). Тракт вертикального отклонения состоит из блока вертикального отклонения И22.068.805, линии задержки и выходного усилителя И22.030.221.

Блок вертикального отклонения содержит входные цепи, коммутатор сигналов И22.242.067, усилитель Y предварительный И22.030.213 и усилитель автоматики И22.032.215.

При подаче на вход «**⊕**» $1M\Omega 20pF$ первого канала (гнездо X1) исследуемый сигнал через переключатель S4 поступает на коммутатор сигналов с расположенным на нем делителем И25.172.012. Делитель представляет собой два частотно-компенсированных делителя напряжения с коэффициентами деления 10 и 100.

генератор развертки, формирующий пилообразное напряжение для отклонения луча ЭЛТ пропорционально времени, а также импульсы подсвета, импульсы блокировки, импульсы запуска автоматики X;

усилитель X, предназначенный для усиления пилообразного напряжения и знаковой индикации до величины, необходимой для нормальной работы ЭЛТ. Кроме того, усилитель X расщепляет фазу напряжения развертки и усиливает ее до величины, необходимой для получения требуемого коэффициента развертки; для выписки знаков коэффициентов отклонения или коэффициента развертки на оконечный усилитель подаются сигналы с устройства знаковой индикации. При исследовании сигналов по фигурам Лиссажу на оконечный усилитель вместо пилообразного напряжения подается исследуемый сигнал;

автоматика X, осуществляющая управление генератором развертки и устройством знаковой индикации. В автоматическом режиме выбора коэффициента развертки управление автоматикой X происходит от схемы сравнения генератора развертки. В ручном режиме коэффициент развертки устанавливается устройством ручного или дистанционного управления.

5. 1. 4. Устройство знаковой индикации предназначено для формирования и выписки на экране ЭЛТ значений коэффициентов отклонения, коэффициента развертки и результатов измерений.

Устройство знаковой индикации формирует сигналы, позволяющие выписать на экране ЭЛТ 22 символа. Из них 10 описывают цифры от «0» до «9» 9 описывают буквы «Н», «М», «V», «K», «т», «ц», «п», «s», «z», используемые для обозначения единиц размерности. Символы «—» и «.» используются для обозначения полярности и дробной части результата измерения, а символ «>» обозначает нарушение калибровки.

Из указанных символов формируются слова коэффициентов отклонения каналов I и II, коэффициента развертки, коэффициента отклонения луча по горизонтали и результатов измерения.

Выписка символов на экране осуществляется по принципам построения фигур Лиссажу, т. е. в определенные моменты времени на вертикальные и горизонтальные отклоняющие пластины ЭЛТ подаются напряжения, под действием которых луч выписывает необходимый символ, а сигнал, поступающий в тракт Z, обеспечивает его подсвет. Специальные коммутаторы, встроенные в тракты X, Y и Z, обеспечивают прерывание основных сигналов на время выписки символов.

Устройство знаковой индикации построено таким образом, что выписка символов осуществляется «словами». Для того, чтобы оператор не замечал мигание «слов», частота повторения их выбрана равной 40—70 Гц.

Управление моментом выписки осуществляется по сигналам тактового генератора, находящегося в устройстве управления. Ввиду того, что при выписке символов сигналы прерываются, то на изображении в этот момент наблюдается разрыв. Для того, чтобы разрывы не сказывались на качестве изображения, тактовый генератор синхронизируется обратным ходом развертки. При этом выписка происходит во время обратного хода развертки и разрывы на изображении отсутствуют. Разрывы начинают наблюдаться только в том случае, если частота повторения развертки становится меньше частоты тактового генератора.

При подключении на вход любого канала выносного делителя значение коэффициента отклонения соответствующего канала, выписываемое на экране, увеличивается в 10 раз; аналогично при включении растяжки коэффициент развертки уменьшается в 10 раз.

Устройство знаковой индикации по служебным сигналам формирует 4 слова. Независимо от того, какое слово формируется, порядок расположения символов в словах, коэффициентов отклонения и коэффициента развертки следующий:

- на первом месте — знак нарушения калибровки («>»);
- на втором месте — значащая цифра («1», «2» или «5»);
- на третьем месте — «0»;

на четвертом месте — «0»;
 на пятом месте ничего не располагается;
 на шестом месте — приставка единицы измерения («т», «μ», «п»);
 на седьмом месте — единица измерения («V» или «S»);
 на восьмом месте ничего не располагается.

В четвертом слове (результате измерения) на шестом, седьмом и восьмом местах располагаются символы размерности («т», «μ», «п», «К», «М», «V», «S», «Hz»), а остальной порядок следующий:

на первом месте — знак «—» или «>»;
 на втором, третьем, четвертом и пятом местах — числовое значение результата измерения.

Таким образом, полное слово коэффициента отклонения имеет, например, вид «>500хтVх».

Если в коде коэффициента отклонения или коэффициента развертки нет каких-либо символов, то получается неполное слово, например, «х1ххххVх». Для устранения пропусков в словах используется специальная схема.

При построении знаков за основу была принята прямоугольная сетка, содержащая 15 x 9 точек. Цифры и буквы строятся методом кусочно-линейной аппроксимации из 8 отрезков прямых линий. Координаты начала и конца каждого отрезка находятся в точках пересечения линий сетки. Таким образом, в каждом знаке имеется 9 характерных точек. Форма цифр и некоторых букв, построенных по данному методу, приведена на рис. 2.

С выхода устройства знаковой индикации сигналы индикации поступают в тракты вертикального и горизонтального отклонения, а импульсы подсвета — на усилитель Z и обеспечивают подсвет знаков индикации в нужные моменты времени.

5. 1. 5. Устройство управления яркостью луча формирует сигналы, обеспечивающие необходимую яркость изображения сигнала, символов индикации и гашения обратного хода. Оно содержит:

усилитель Z, осуществляющий усиление всех управляющих сигналов и подачу их на модулятор ЭЛТ;
 автоматику Z, осуществляющую подрегулировку яркости изображения в зависимости от скорости пилы и ее скважности.

5. 1. 6. В приборе для цифровых измерений напряжений и длительности временных интервалов применен компенсационный метод измерения. Сущность этого метода заключается в том, что измеряемые величины замещаются пропорциональным напряжением постоянного тока, которое далее преобразуется при помощи АЦП и результаты преобразования индицируются на экране ЭЛТ в цифровом виде. Система обеспечивает непосредственный отсчет измеряемых величин с учетом размерности и масштабов по осям X и Y. В приборе применен АЦП, выполненный по методу двойного интегрирования, позволяющий получать результат либо прямо пропорциональный величине входного напряжения, либо обратно пропорциональный. Это свойство АЦП позволяет производить как измерение длительности временных интервалов, так и определять частоту сигналов по измеренному периоду следования без применения специальных вычислительных устройств.

Сущность метода измерения поясняется на рис. 3.

Пусть необходимо измерить длительность интервала времени между точками 1 и 2 изображения сигнала. Величину T_x можно определить как

$$T_x = K_p \cdot \Delta U', \quad (5. 1)$$

где K_p — крутизна развертки (с/в);

ΔU' — изменение напряжения развертки при перемещении луча из точки 1 в точку 2.

Во второй такт работы АЦП ключ S3 размыкается, начинается разряд конденсатора интегратора. Разряд производится через один из ключей S4, S5, один из которых замыкается в зависимости от полярности входного напряжения. Полярность интегрируемого напряжения определяется при помощи компаратора. Разряд интегратора фиксируется также компаратором, по команде от которого размыкаются ключи S4, S5. Время разряда t_{x1} равно:

$$t_{x1} = \frac{C1 \cdot R3 \cdot U_1}{U_0} \quad (5. 3)$$

где U₀ — напряжение опорных источников.

При подстановке значения U₁ в выражение (5. 3) получим:

$$t_{x1} = \frac{0,5 \cdot U_{x1} \cdot t_0}{U_0} \quad (5. 4)$$

Импульс длительностью t_{x1} поступает на входы схем И1, И2, разрешая прохождение импульсов с частотой f₀ в память и счетчик результата измерения. Количество поступивших импульсов N_{x1} равно:

$$N_{x1} = t_{x1} \cdot f_0 = 0,5 \cdot U_{x1} \cdot \frac{t_0 \cdot f_0}{U_0} \quad (5. 5)$$

Память устанавливает на выходе ЦАП напряжение, равное минус 0,5 U_{x1}.

Триггер установки возвращается в исходное состояние при размыкании контактов кнопки S6 и при поступлении после этого первого импульса компаратора. При этом память фиксируется в состоянии N_{x1}, когда напряжение на выходе ЦАП равно — 0,5 U_{x1}, а напряжение на выходе аналогового сумматора будет равно нулю. АЦП будет преобразовывать это напряжение и направлять в счетчик результата измерения для индикации. Индицируемые показания будут отличаться от нуля на величину погрешности ЦАП, АЦП и калибровки.

После установки системы цифровых измерений в исходное состояние производится совмещение точки 2 изображения сигнала на экране ЭЛТ (рис. 3б) с тем же узлом координатной сетки, с которым до того совмещалась точка 1. Напряжение смещения U_{x2}, соответствующее этому положению изображения на экране ЭЛТ, подается на первый вход аналогового смесителя.

На вход АЦП будет поступать напряжение ΔU_x равное:

$$\Delta U_x = \frac{U_{x2} - U_{x1}}{2} = 0,5 \Delta U'' \quad (5. 6)$$

и результат преобразования, поступающий для индикации, равен:

$$N_x = \Delta U'' \cdot \frac{t_c \cdot f_0}{2U_0} \quad (5. 7)$$

т. е. результат преобразования прямо пропорционален длительности интервала времени между точками 1 и 2 изображения на экране ЭЛТ.

Масштабирование результатов измерения и калибровка для получения непосредственного отсчета длительности измеряемого интервала производится путем изменения коэффициента деления первого счетчика результата измерения, величин t₀, U₀ и установки запятой.

Измерение частоты следования импульсов происходит в аналогичной последовательности. Сначала совмещается с ближайшим узлом координатной сетки

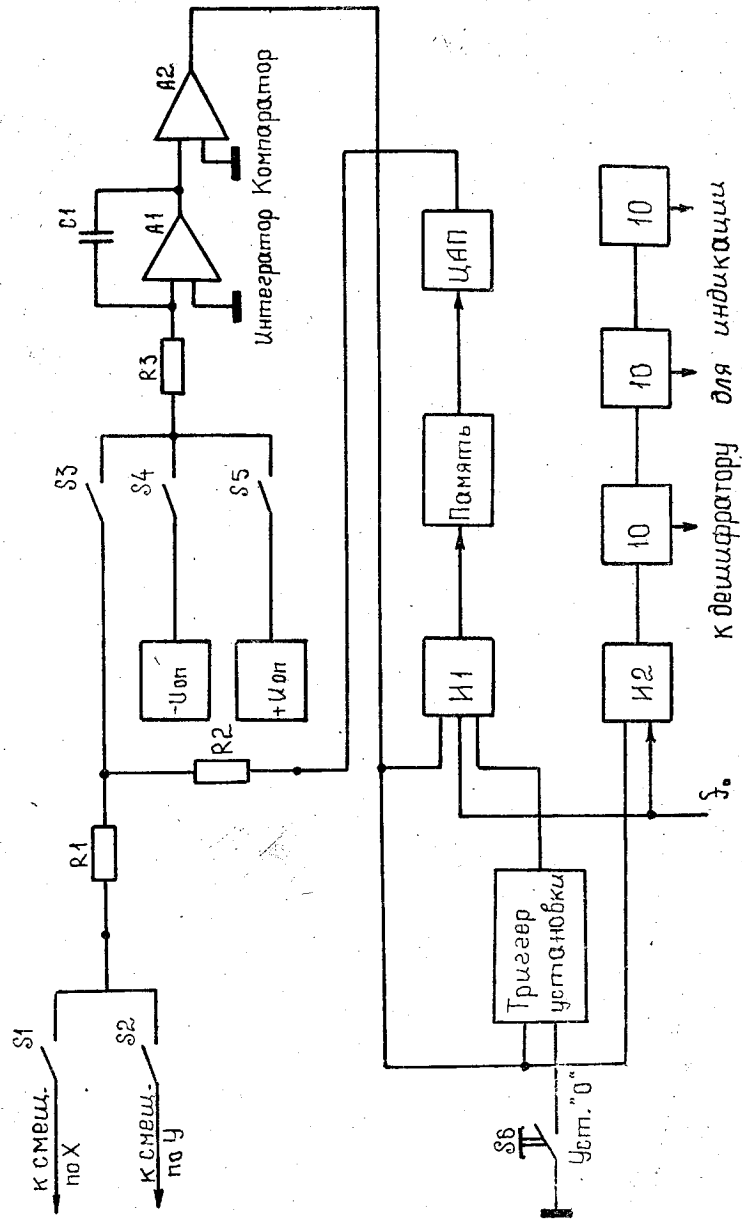


Рис. 4

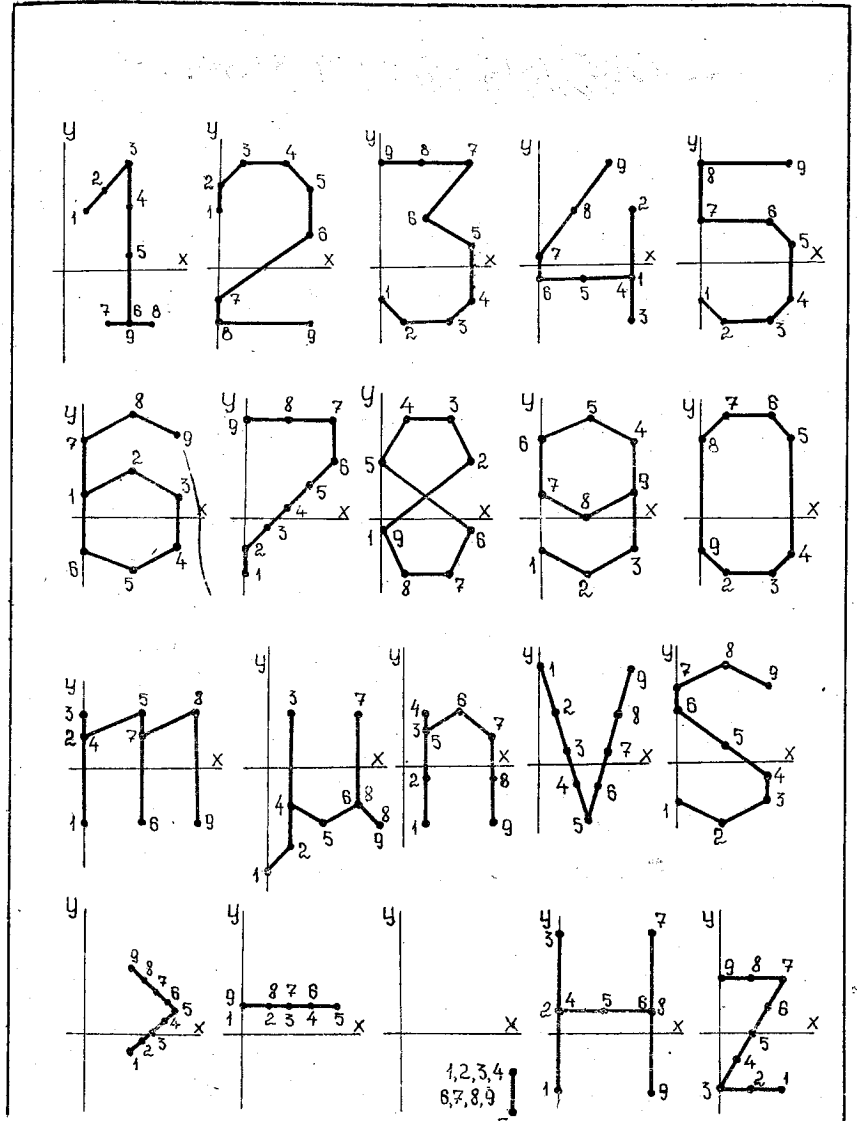
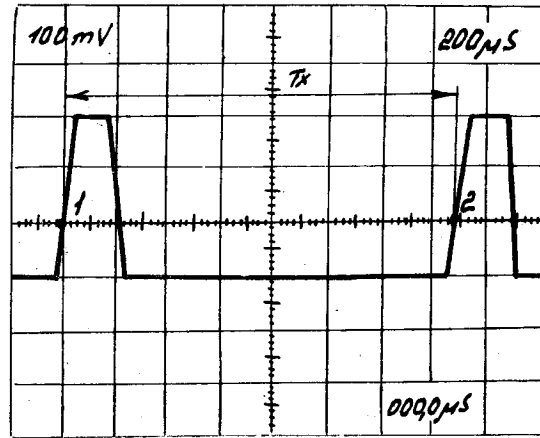
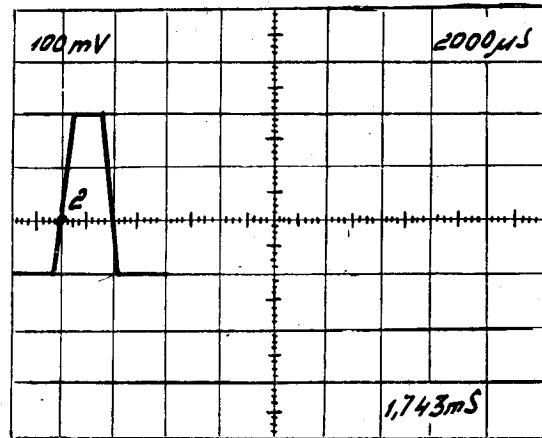


Рис. 2



a)



б)

Рис. 3

Вместе с тем, для перемещения всего изображения по экрану ЭЛТ при помо-

щи ручек перемещения по оси X на передней панели прибора (ГРУБО,

ПЛАВНО) так, чтобы точка 2 переместилась в положение точки 1 (рис. 3б), необходимо изменить величину напряжения смещения на величину $\Delta U''$, прямо пропорциональную $\Delta U'$.

Таким образом, для измерения длительности интервала T_x необходимо определить величину изменения напряжения $\Delta U''$, коэффициент пропорциональности между величинами $\Delta U'$ и $\Delta U''$ и крутизну развертки Кр. Величина $\Delta U''$ представляет собой разность двух уровней напряжения постоянного тока и контролируется при помощи АЦП напряжения постоянного тока, а коэффициенты пропорциональности и крутизны разверток учитываются в процессе масштабирования результата измерения и калибровки прибора, позволяя получить измерения в цифровом виде в единицах времени.

Измерение разности напряжения между двумя произвольными точками изображения или двумя уровнями напряжения постоянного тока производят аналогичным образом. Однако, в этом случае контролируют изменение напряжения смещения по оси Y (↑).

На рис. 4 представлена структурная схема измерительного устройства для осциллографа, построенного с использованием описанного метода измерения.

При измерении длительности интервалов времени и частоты компенсирующее напряжение поступает от источника смещения по оси X через переключатель S1, а при измерении напряжений — от источника смещения по оси Y через переключатель S2. Компенсирующие напряжения поступают на первый вход аналогового сумматора (резистор R1), на второй вход которого (резистор R2) поступает напряжение установки нуля с выхода ЦАП. Выход аналогового сумматора соединяем с АЦП. В состав АЦП входят ключи S3, S4, S5, интегратор, компаратор, генератор импульсов заполнения частотой f_0 .

Выходной сигнал АЦП поступает через схему И1 в память и ЦАП и через схему И2 в счетчик результата измерения для дешифрации и индикации. Управление памятью и счетчиком результата измерения производится от триггера установки.

При измерении длительности временных интервалов схема работает следующим образом. Изменяя напряжение смещения по оси X, необходимо совместить точку 1 с ближайшим узлом координатной сетки (рис. 3а). Напряжение смещения U_{x1} , соответствующее этой точке, поступает на первый вход аналогового сумматора и далее, суммируясь с выходным напряжением ЦАП, поступает на АЦП, работающий в циклическом режиме с периодом 0,2—0,3 с. Затем производится установка всей системы цифровых измерений в исходное состояние. Это происходит при замыкании контактов кнопкой S6. В этом случае триггер установки устанавливает память в исходное состояние, а напряжение на выходе ЦАП становится равно нулю. При $R1=R2$ на вход АЦП поступает напряжение $0,5 U_{x1}$. АЦП работает в два такта. В первый такт ключ S3 замыкается на фиксированный интервал времени t_0 и предварительно разряженный конденсатор интегратора C1 начинает заряжаться от выходного напряжения аналогового сумматора. Ключи S4, S5 во время первого такта разомкнуты. К концу первого такта напряжение U_1 на выходе интегратора достигает величины:

$$U_1 = \frac{0,5 \cdot U_{x1}}{R3 \cdot C1} \cdot t_0 \quad (5.2)$$

компаратор уровня пилю;
 схему сравнения;
 схему формирования импульса подсвета.

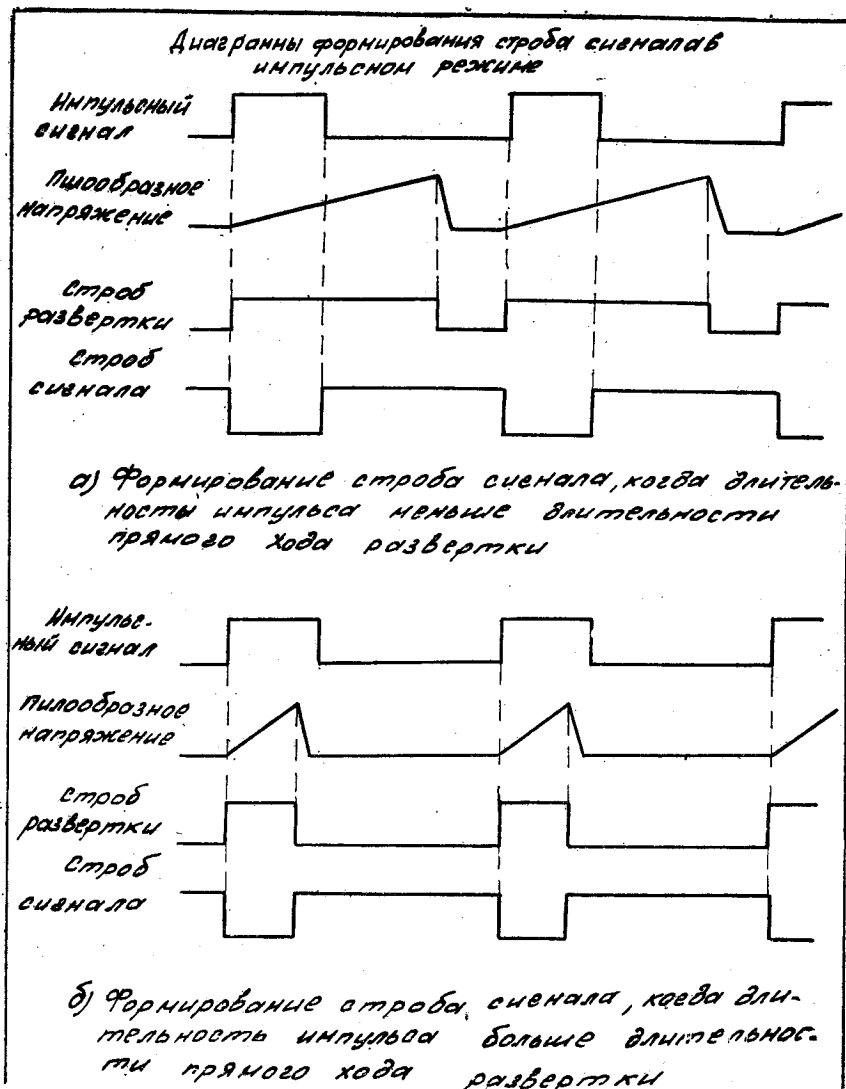


Рис. 5

Необходимый коэффициент отклонения выбирается автоматически или вручную в зависимости от амплитуды исследуемого сигнала с помощью переключателя S5 (И22.048.007 Э3 лист 2).

Режим работы выбирается переключателем S8 (И22.048.007 Э3 лист 2).

При включении коэффициентов отклонения 5, 10, 20 и 50 мВ/дел магнитоуправляемый контакт S1 замкнут и исследуемый сигнал поступает на вход усилителя Y без ослабления. При включенных коэффициентах отклонения 100, 200 и 500 мВ/дел замкнуты контакты S3 и S8 и исследуемый сигнал поступает на вход усилителя через делитель напряжения 1:10, а при включении коэффициентов 1, 2, 5 В/дел замыкаются контакты S2 и S7 и исследуемый сигнал поступает на вход усилителя через делитель напряжения 1:100.

Команды на включение соответствующих электромагнитов поступают с автоматики Y. Включение электромагнитов приводит к срабатыванию магнитоуправляемых контактов S1—S3, S7, S8, включенных в цепь сигнала.

Аналогично происходит включение магнитоуправляемых контактов коммутатора второго канала. Сигнал на вход усилителя второго канала проходит без ослабления при замыкании контакта S4, ослабляется в 10 раз при замыкании контактов S5, S9 и в 100 раз при замыкании контактов S6, S10.

Принципиальная электрическая схема коммутатора сигналов изображена на чертеже И22.068.805 Э3.

5. 2. 2. Усилитель Y предварительный состоит из двух идентичных усилителей, коммутатора и каскада согласования с линией задержки (схема электрическая И22.030.213 Э3).

С выхода коммутатора (аттенюатора) сигнал поступает на входной каскад усилителя, обеспечивающего входное сопротивление 1 МОм.

Входной каскад выполнен по схеме с разделением переменного и постоянного составляющих исследуемого сигнала.

Это необходимо для компенсации температурного дрейфа входного каскада и поддержания нулевого потенциала в точке X4.

Для обеспечения большого входного сопротивления на входе каскада включен полевой транзистор V3 типа 2П303Д и операционный усилитель А1 типа 544УД1А с полевыми транзисторами на входах.

В цепи истока полевого транзистора V3 включен регулируемый источник тока, выполненный на транзисторе V4. Управление данным источником тока производится с помощью операционного усилителя А1 и усилителя, выполненного на транзисторе V5.

Постоянная составляющая исследуемого сигнала через резистор R2 поступает на вход операционного усилителя, изменяя потенциал на его выходе. При этом изменяется ток в цепи эмиттера транзистора V5 и соответственно напряжение на его коллекторе, что в свою очередь вызовет изменение тока в цепи истока полевого транзистора V3 и изменит его потенциал. Данное напряжение через эмиттерный повторитель на транзисторе V7 подается на низкоомный делитель напряжения на резисторах R27... R29, R32, R33.

Делитель цепи обратной связи, выполненный на резисторах R26, R21, R7 и R6, устанавливает коэффициент усиления цепи постоянного тока равный коэффициенту передачи истокового и эмиттерного повторителей на средних частотах.

Потенциометр R22 служит для плавной и грубой установки «нуля» в точке X4, что необходимо для устранения скачков линии луча на экране ЭЛТ при изменении коэффициентов отклонения в 2 и 5 раз.

При выключенных реле K1 и K2 сигнал поступает на вход фазоинвертора без ослабления. При включенном реле K1 сигнал ослабляется в 2 раза, при включенном реле K2 и выключенном K1 сигнал ослабляется в 5 раз.

Фазоинвертор выполнен по каскадной симметричной схеме с параллельным питанием на микросхемах типа 2ТС3103А и 159НТ1Б. Применение данных микросхем позволило значительно уменьшить дрейф усилителя, что уменьшает погрешность при цифровом измерении напряжения постоянного тока.

На другой вход фазоинвертора подается напряжение перемещения луча по вертикали, которое, кроме этого, через резистор R32 подается на вход цифрового устройства.

Коэффициент усиления данного каскада имеет два калиброванных значения. При включенном реле К3 усиление данного каскада увеличивается в 2 раза и, таким образом, мы получаем коэффициент отклонения 5 мВ/дел.

Между коллекторами транзисторов микросхемы А3 через корректирующие цепочки R13, С3 и R14, С4 включен потенциометр R11 (И22.068.805 Э3), позволяющий плавно изменять коэффициент отклонения тракта вертикального отклонения в 2,5 раза.

При выходе потенциометра R11 из калиброванного положения включается микропереключатель S7 и на экране ЭЛТ перед значением коэффициента отклонения первого канала выписывается знак «>».

С нагрузок фазоинвертора (резисторы R46 и R47) сигнал поступает на базы следующего каскада усиления, выполненного, как и предыдущий, по каскадной схеме. Кроме того, с резистора R60 сигнал поступает на двухкаскадный пред-усилитель синхронизации, выполненный на транзисторах V13, V15.

С коллектора транзистора V15 усиленный сигнал через эмиттерный повторитель на транзисторе V18 поступает на коммутатор синхронизации S3. 2 (И22.068.805 Э3), расположенный на передней панели прибора.

Второй каскад усилителя, выполненный на микросхемах А4, А5, также построен по симметричной каскадной схеме с параллельным питанием.

Для корректирования коэффициента усиления усилителя служит потенциометр R54.

С нагрузки данного каскада (резисторы R77, R78) сигнал поступает на коммутатор, а через эмиттерные повторители (транзисторы V16, V17) — на усилитель автоматки.

Вход коммутатора собран на схеме усилителя с общим эмиттером на микросхеме А6. На аналоговый вход, выполненный на микросхеме А13, поступает сигнал с выхода предусилителя второго канала.

Коммутатор собран на микросхемах А14... А18 и управляется схемой управления, выполненной на микросхемах D1... D4.

При включении первого канала вход R триггера D3 закорачивается на землю, что приводит к установке на выходе триггера (ножка 8) логического нуля.

Это в свою очередь приводит к тому, что потенциал баз транзисторов микросхемы А16 становится более отрицательным, чем потенциал баз транзисторов микросхемы А14. Так как эмиттеры соответствующих транзисторов соединены между собой, то при открывании транзисторов микросхемы А16 транзисторы микросхемы А14 будут закрываться.

При этом на выход коммутатора пройдет сигнал первого канала.

Для включения второго канала (первый канал при этом выключен) необходимо на вход S триггера D3 подать нулевой потенциал. При этом на 6 ножке микросхемы установится «ноль», что приведет к открыванию транзисторов микросхемы А17 и закрыванию транзисторов микросхемы А15. Поэтому на выход коммутатора будет проходить сигнал второго канала.

Для включения обоих каналов, т. е. в режиме $I \pm II$, на входы 3 и 5 микросхемы D4 необходимо подать «ноль». В момент выписки знаков на экране ЭЛТ оба канала должны быть закрыты.

Для этого на входы 9 и 11 микросхемы D4 подается отрицательный импульс с генератора знаков, обеспечивающий закрытие обоих каналов и выписку на экране ЭЛТ символов индикации.

При подаче на входы 2, 3 микросхемы D1 и 1, 2 микросхемы D2 нулевого потенциала коммутатор будет работать в прерывистом режиме. При этом начинает работать генератор импульсов, собранный на микросхеме D2, резисторе R179

При отсутствии сигнала и нажатой кнопке «ЖДУЩ.» по входу «Автомульт.» на триггер поступает сигнал запрета автоколебательного режима и развертка переходит в ждущий режим. Линия развертки на экране ЭЛТ отсутствует. Во время обратного хода развертки, на коэффициентах менее 2... 5 мс/дел осуществляется выписка индикации на экране ЭЛТ. Для этого обратный ход развертки задерживается импульсом запрета развертки. На коэффициентах развертки более 2... 5 мс/дел выписка индикации осуществляется независимо от развертки. Кроме того, если выбор коэффициентов развертки осуществляется автоматически, то при снятии запускающих импульсов мультивибратор принудительно устанавливает коэффициент развертки равный 100 мкс/дел.

Формирователь строга сигнала работает только при автоматическом выборе коэффициентов развертки, причем, в зависимости от режима, длительность строга равна периоду исследуемого сигнала или длительности исследуемого импульса. Диаграммы формирования строга сигнала при разных соотношениях с длительностью развертки для режимов импульсного и гармонического сигналов приведены на рис. 5, 6.

Как видно из приведенных диаграмм, строб сигнала равен длительности одного периода исследуемого сигнала в гармоническом режиме и длительности импульса в импульсном режиме независимо от длительности прямого хода развертки.

В гармоническом режиме строб сигнала формируется на 1 триггере (D6. 1) счетной декады и через инвертор D5. 2, триггер D4. 2 поступает на вход 4 шифратора D7.

В импульсном режиме исследуемый импульс с микросхемы D3. 1 поступает на вход 12 шифратора D7. Если период сигнала становится меньше 250 нс, то автоматика включает растяжку развертки в усилителе X. В этом случае для согласования работы схемы автоматки с растяжкой развертки длительность строга сигнала должна увеличиваться в 10 раз. Этот строб формируется счетной декадой (D6, D8, D4. 2) и поступает на вход 4 шифратора D7. В импульсном режиме, если длительность исследуемого импульса становится меньше 250 нс, то автоматика включает в тракте горизонтального отклонения растяжку в 10 раз, а строб сигнала формируется с помощью схемы умножения длительности импульса.

Работа схемы умножения основана на принципе заряда и разряда емкости токами определенной величины.

Исследуемый импульс через дифференциальный каскад (V51, V53) подключает к времязадающему конденсатору С44 источник зарядного тока (V37). За счет этого величина напряжения, до которого заряжается конденсатор, пропорциональна длительности исследуемого импульса. К времязадающему конденсатору постоянно подключен стабилизатор разрядного тока (V36), причем схема отрегулирована так, что ток разряда в девять раз меньше тока заряда. Поэтому при подаче на схему умножения исследуемого импульса на времязадающем конденсаторе формируется треугольный импульс, длительность которого на уровне «0» в 10 раз больше исследуемого импульса. Треугольный импульс через истоковый повторитель (A2. 1) поступает на триггер Шмидта (V49, V54), который фиксирует моменты перехода треугольного импульса через 0 и по этим моментам формирует прямоугольные импульсы. Далее эти импульсы подаются на вход 11 шифратора D7.

В зависимости от режима шифратор подает необходимый отрицательный строб сигнала через дифференциальный каскад на схему сравнения генератора развертки.

5. 2. 8. Генератор развертки формирует пилообразное напряжение для перемещения луча по экрану ЭЛТ и содержит:
схему запуска развертки;
генератор пилообразного напряжения;

Усилитель обеспечивает полосу пропускания до 80 МГц при коэффициенте усиления 8—10. С выхода усилителя внутренней синхронизации сигнал подается на схему выбора источника и вида синхронизации. Схема выбора источника и вида синхронизации предназначена для обеспечения синхронизации в требуемом режиме и состоит из переключателей S1 и S2 (чертеж И22.048.007 ЭЗ, лист 1). Схема обеспечивает работу как при ручной, так и при автоматической синхронизации от внутреннего, либо от внешнего запускающего сигналов, либо от сети. Сигнал, поступающий от внешнего источника, может быть ослаблен в 10 раз делителем, включенным в переключатель S1. Сигнал с частотой сети и амплитудой около 0,6 В подается с обмотки силового трансформатора.

Запускающий сигнал со схемы выбора подается на входной каскад (V9, V10, V13), который обеспечивает высокое входное сопротивление и малую входную емкость.

С входного каскада сигнал поступает на пороговое устройство (V19) и через эмиттерный повторитель (V17) на входы пикового детектора A1 (И22.245.044).

Пиковый детектор предназначен для обеспечения автоматической синхронизации, он состоит из двух идентичных схем, детектирующих положительную и отрицательную составляющие входного сигнала. Каждая схема содержит пиковый детектор, собранный из двух последовательно включенных эмиттерных повторителей, работающих в режиме микротоков (V1, V3), зарядной емкости (C1) и усилителя постоянного тока, собранного на транзисторах разной проводимости.

Применение этого усилителя позволяет снизить шунтирующее действие нагрузки на зарядную емкость и довести общий коэффициент преобразования пикового детектора до величины, близкой к единице.

С выхода пикового детектора постоянное напряжение, равное половине размаха сигнала, через эмиттерный повторитель (V21) поступает на второе плечо компаратора уровня (V34). При ручной установке уровня с пикового детектора снимается питание, и на вход эмиттерного повторителя (V21) с помощью аналогового ключа (V18) подается напряжение с потенциометра «Уровень».

Компаратор уровня предназначен для преобразования входного сигнала произвольной формы и амплитуды в последовательность импульсов стандартной амплитуды, с малой длительностью переднего и заднего фронта. В зависимости от положения ручки «Уровень» изменяется момент срабатывания порогового устройства, что приводит к изменению начала изображения на экране ЭЛТ. Компаратор собран на транзисторах (V19, V22, V33, V34) и на туннельных диодах (V42, V46). Непосредственно к компаратору подключен коммутатор полярности, который состоит из переключателя полярности («+» или «-»), обеспечивающего управление транзистором V31 и диодами (V23, V25, V28, V32).

При положительном запуске изображение сигнала на экране ЭЛТ начинается с положительного полупериода, при отрицательном запуске изображение начинается с отрицательного полупериода. С туннельных диодов сигнал поступает на формирователь импульсов, представляющий собой дифференциальный каскад, выполненный по каскадной схеме. Одно плечо усилителя (V39) формирует сигнал запуска мультивибратора развертки, во втором (V40, V43) сигнал усиливается до 2 вольт. Транзистор V52 служит источником напряжения для установки рабочего режима на входе микросхемы D1. 1.

Триггер запуска развертки представляет собой D-триггер (D4. 1). При отсутствии импульсов запуска мультивибратор развертки не запускается и выдает по выходу разрешение на автоколебательный режим развертки. В этом случае триггер управляется по R-входу импульсом окончания пилы, по S-входу импульсом начала пилы, а на выходе 3 D4. 1 формируется отрицательный импульс запуска развертки. На экране ЭЛТ наблюдается линия развертки. При наличии синхронизирующего сигнала мультивибратор развертки запускается и переводит развертку в ждущий режим. Триггер (D4. 1) управляется положительным фронтом синхроимпульса по входу C1, при наличии отрицательного импульса начала пилы, поступающего через инвертор (D2. 2) на вход D1 (D4. 1).

и конденсаторе C54. Данные импульсы через инвертор D2. 4 поступают на счетный вход триггера D3, чем и осуществляется прерывистый режим включения каналов.

При работе коммутатора в прерывистом режиме отрицательным фронтом импульсов генератора через емкость C58 закрывается транзистор V42 и на его коллекторе формируются импульсы гашения моментов переключения каналов.

При поступлении на входы 1, 2 микросхемы D2 логической «единицы» на выходе 3 будет «нуль», что приведет к срыву генерации импульсов прерывистого режима. Кроме этого строб развертки, поступающий на вход 5 микросхемы D1, будет проходить на счетный вход триггера D3, что приведет к переключению каналов синхронно с разверткой.

Таким образом, мы получим поочередный режим переключения каналов.

С нагрузки коммутатора (резисторы R201, R202) сигнал через согласующий усилитель, выполненный на транзисторах V43, V44, поступает на линию задержки.

Усилитель второго канала отличается от усилителя первого канала наличием коммутатора полярности. Коммутатор полярности выполнен на микросхемах A11 и A12.

При включении тумблера ПОЛЯРН., расположенного на передней панели прибора, в положение «+» напряжение —12 В поступает на резистор R145. При этом транзисторы микросхемы A12 будут открыты, а A11 — закрыты. При переключении тумблера «ПОЛЯРН.» в положение «-» напряжение —12 В поступит на резистор R151 и транзисторы микросхемы A11 откроются, а транзисторы микросхемы A12 закроются. При этом полярность сигнала на экране ЭЛТ изменится на противоположную.

Усилитель синхронизации второго канала собран на транзисторах V33, V37, V38.

Эмиттерные повторители на транзисторах V16, V17 (первый канал) и V34, V35 (второй канал) служат для передачи сигнала на усилитель автоматикой И22.032.215.

5. 2. 3. Усилитель автоматикой служит для усиления сигнала до амплитуды, необходимой для работы пикового детектора. Усилитель автоматикой состоит из двух идентичных усилителей, каждый для своего канала.

Усилители состоят из двух симметричных каскадов, собранных по каскадной схеме. С выхода усилителей через разделительные емкости C15... C18 сигналы поступают на входы пикового детектора.

Схема электрическая принципиальная пикового детектора изображена на чертеже И22.245.043 ЭЗ. Он состоит из двух идентичных элементов A1 и A2 (для первого и второго каналов), изготовленных методом толстопленочной технологии и заключенных в герметичный корпус. Элемент состоит из двух идентичных схем, работающих следующим образом. Сигнал, поступающий, например, на вход 21 пикового детектора, через эмиттерные повторители V1 и V3 заряжает емкость C1 до амплитудного значения. При уменьшении амплитуды входного сигнала ниже этого уровня транзисторы V1 и V3 будут закрыты и емкость, таким образом, «запомнит» на некоторый промежуток времени амплитудное значение входного сигнала. Это напряжение через согласующий усилитель на транзисторах V5, V9 поступает на выход пикового детектора.

Таким образом, пиковый детектор служит для получения уровня постоянного напряжения, пропорционального амплитуде входного сигнала.

Полученное напряжение с выхода пикового детектора подается на сумматоры, выполненные на операционных усилителях A2 и A3. С выхода сумматоров напряжения подаются на схемы сравнения, выполненные на микросхемах A4... A7.

Опорные напряжения для компараторов снимаются с резисторов R56, R57 (II канал — R60, R61). Диоды V19... V22 служат для ограничения выходных напряжений компараторов до величины логического уровня микросхем 133 серии.

5. 2. 4. Исследуемый сигнал, усиленный предварительным усилителем У, через линию задержки поступает на вход выходного усилителя У (И22.030.221).

Входной каскад усилителя выполнен на транзисторах V1 и V2 по схеме с общей базой.

Элементы L1 ... L3 и C1 ... C4 представляют собой фазокомпенсирующую цепь для линии задержки.

С коллекторов транзисторов V1 и V2 через эмиттерные повторители на транзисторах V3, V4 сигнал поступает на вход усилительного каскада, выполненного на транзисторах V5 ... V8 по каскадной схеме.

При уходе луча ЭЛТ за пределы экрана используется кнопка «ПОИСК ЛУЧА». При нажатии кнопки питание каскада на транзисторах V5 ... V8 осуществляется через резистор R17, вследствие чего уменьшается ток транзисторов V5 ... V8 и коэффициент усиления каскада. За счет этого луч возвращается в пределы экрана ЭЛТ.

Выходной каскад выполнен по каскадной схеме на транзисторах V9, V10 и V13, V14.

Диоды V11 и V12 предотвращают насыщение транзисторов V9, V10, когда сигнал большой амплитуды отклоняет луч за пределы экрана ЭЛТ. Это улучшает переходную характеристику выходного каскада усилителя У.

Индуктивности L4, L5 служат для коррекции влияния емкости пластин ЭЛТ на частотные свойства выходного каскада.

5. 2. 5. Автоматика У служит для управления коммутатором аттенюатора и реле предварительного усилителя обоих каналов, независимо от режима работы тракта вертикального отклонения, т. е. ручного дистанционного или автоматического.

Схема электрическая принципиальная автоматики У изображена на чертеже И22.076.012 Э3.

При включении первого канала в автоматический режим на вход 1 микросхемы D1 подается «нуль», что приведет к появлению на выходе 3 этой же микросхемы логической «единицы». При этом начнет работать генератор тактовых импульсов, собранный на микросхеме D1 и полевом транзисторе V1. Через формирователь, выполненный на инверторах D3. 3, D3. 4 и конденсаторе C13, тактовые импульсы через инвертор D3. 1 поступают на схему совпадения первого канала, а через D3. 2 — на схему совпадения второго канала.

Выбор соответствующего коэффициента отклонения, установленного автоматикой У, зависит от соотношения логических уровней, поступающих на контакт 3С, 3В разьема X1 (для второго канала — 43В, 43С) с компараторов усилителя автоматики через резистор R7 на компараторы А1 и А2.

В зависимости от величины размаха сигнала на экране ЭЛТ логические состояния выходов компараторов будут соответствовать табл. 2.

Таблица 2

Логические состояния выходов компараторов усилителя автоматики

Величина сигнала на экране ЭЛТ, А, дел	Точки контроля			
	I канал		II канал	
	X3	X4	X5	X6
$A > 8$	1	0	1	0
$2 < A < 8$	0	0	0	0
$A < 2$	0	1	0	1

Например, если в первом канале осциллографа амплитуда сигнала более 8 дел., «единица» на входе 4 микросхемы D4. 1 разрешит прохождение тактового импульса на вход 4 реверсивного счетчика D6 и приведет к изменению состояния его выходов, что, в свою очередь, приведет к увеличению на одну ступень коэффициента отклонения осциллографа. Если при этом величина сигнала на экране ЭЛТ окажется в пределах между 2 и 8 делениями шкалы, т. е. на выходе коммутаторов будут нулевые состояния, тактовые импульсы на выходы счетчика проходить не будут и состояния выходов счетчика, а соответственно, и коэффициент отклонения будет оставаться неизменным.

Если же величина сигнала дальше будет больше 8 дел., то коэффициент отклонения будет увеличиваться до тех пор, пока изображение сигнала на экране ЭЛТ не станет в пределах 2 ... 8 делений. Если коэффициент отклонения увеличится до 5 В/дел, схема совпадения на микросхеме D4. 3 выдаст управляющий сигнал, препятствующий дальнейшему увеличению коэффициента отклонения. Дальнейшее изменение состояния реверсивного счетчика возможно только в сторону уменьшения коэффициента отклонения. Это произойдет, если размах сигнала на экране ЭЛТ станет меньше 2 делений.

При этом «единица» на входе 10 микросхемы D4. 2 (см. табл. 2) разрешит прохождение тактового импульса на вход 5 реверсивного счетчика D6, что и приведет к уменьшению коэффициента отклонения.

На микросхемах D10 ... D13 выполнены дешифраторы реверсивных счетчиков первого и второго каналов осциллографа.

На микросхемах D14 ... D18 выполнены дешифраторы дистанционного управления (ДУ). В зависимости от состояния выходов дешифраторов происходит включение соответствующих транзисторных ключей на микросхемах А1 ... А6, которые, в свою очередь, включают соответствующий коэффициент отклонения в соответствующем канале осциллографа.

Микросхемы D20 ... D23 служат для отображения установленного коэффициента отклонения в устройстве выбора знаков, т. е. для выписки значения данного коэффициента отклонения на экране ЭЛТ.

5. 2. 6. Тракт горизонтального отклонения луча предназначен для обеспечения временной развертки исследуемых сигналов на экране ЭЛТ и обеспечения неподвижного изображения.

В тракт горизонтального отклонения входят:

- устройство синхронизации И22.075.028;
- генератор развертки И22.081.037;
- усилитель X И22.032.195;
- автоматика X И22.076.013.

5. 2. 7. Устройство синхронизации содержит:

- усилитель внутренней синхронизации;
- коммутатор сигналов синхронизации;
- пиковый детектор;
- коммутатор уровня;
- триггер запуска;
- формирователь строба сигнала.

Усилитель внутренней синхронизации предназначен для усиления сигналов до величины, необходимой для устойчивой работы порогового устройства и пикового детектора.

На вход усилителя сигналы поступают либо от 1-го, либо от 2-го канала. Выбор необходимого сигнала осуществляется переключателем, расположенным на блоке вертикального отклонения.

Усилитель представляет собой два широкополосных усилительных каскада, собранных на транзисторах разной проводимости V2, V8, V12, V14. Для обеспечения широкой полосы пропускания каждый каскад охвачен глубокой отрицательной обратной связью (резисторы R23, R41). Схема построена так, что нулевой уровень передается со входа на выход без сдвига.

Точная подстройка осуществляется резистором R18.

D14. Сигналы с выхода триггеров поступают на дешифратор D20, а затем на инверторы D21. В результате этого на выходах микросхемы D21 имеются 4 положительных импульса, сдвинутых друг относительно друга на время, равное длительности одного импульса. Эти импульсы подаются в схему формирования ступеньки слов X, собранную на диодах V4—V7 и резисторах R18, R22—R25, R32—R35. При выбранных номиналах резисторов ступенька слов X, формирующаяся на резисторе R34, имеет три площадки постоянного уровня, соответствующие трем первым словам, и одну (четвертую) площадку переменного уровня, соответствующую четвертому слову.

В зависимости от режима измерения на инвертор D2. 4 во время четвертого слова подается либо «0» (при измерении напряжения), либо «1» (при измерении интервалов времени). За счет этого информация четвертого слова на экране ЭЛТ смещается либо на уровень коэффициента отклонения канала I, в котором проводится измерение, либо на уровень коэффициента развертки. Резистор R53 служит для общей регулировки величины ступеньки слов X. Ступенька слов X с выхода устройства управления передается на усилитель X.

Импульсы с выходов микросхемы D21 помимо схемы формирования ступеньки слов подаются на схему формирования стробов слов, собранную на микросхемах D1, D4. 4, D8, D26, D27. 1, D28. 1, D31, D32, D33, D34 и D36.

Этот формирователь работает так, что соответствующие стробы слов формируются только при необходимости. Так, если канал I включен в работу, то сигнал управления «Вкл. I», поступающий из усилителя Y предварительного, разрешает прохождение строба слова I, если включен канал II, то сигнал управления «Вкл. II» разрешает прохождение строба слова 2, установка переключателя режима в положение «ВНЕШ.» приводит к запрету строба слова 3, формируемого микросхемами D1. 4 и D8. 2. Строб слова 4 формируется микросхемами D1. 2 и D8. 1 только в том случае, если нажата одна из кнопок переключателя «Измерение».

При работе осциллографа в режиме X—Y с подачей сигнала на горизонтальное отклонение от одного из каналов Y строб слова 3 запрещается микросхемой D1. 2 и строб слова соответствующего канала переводится на третье место так, что индицируемый коэффициент отклонения по горизонтали равен коэффициенту отклонения канала. Управление осуществляется сигналами «Внешний режим I», «Внутр. синхр. I», «Внутр. синхр. II», поступающими на микросхемы D4. 4 и D31. 1, D31. 2.

При работе осциллографа в режиме X—Y с подачей сигнала на горизонтальное отклонение от входа внешней синхронизации прохождение строба слова 3 также запрещается микросхемой D1. 2, а вместо него микросхемы D26, D27. 1, D32, D34 формируют строб слова 3 В (внешний). Одновременно на выходных шинах «Ст. И2» и одной из шин «Ст. И13» или «Ст. И14» появляются сигналы, позволяющие индицировать на экране ЭЛТ коэффициент отклонения по горизонтали равный 500 мВ/дел, либо 5 В/дел в зависимости от положения переключателя входа внешней синхронизации.

Сформированные стробы слов поступают на выход платы, а также на формирователь пропусков слов, собранный на микросхемах D2. 2, D2. 3 и D11. За счет действия этого формирователя импульсы прерывания сигнала появляются только при наличии соответствующего строба слова. Если какой-либо строб слова отсутствует, то прерывание сигнала в этот момент времени не производится.

Для управления положением слов по вертикали служит микросхема D19, которая при прохождении стробов слов от первого до третьего формирует сигнал «Уровень +», а при прохождении строба слова 4 — сигнал «Уровень —».

Формирователь импульсов прерывания собран на микросхемах D16, D54, D12. 4, D4. 3, D15. 4 и работает следующим образом. Отрицательные импульсы с выхода основного тактового генератора через дифференцирующую цепочку R11, C12 подается на ждущий мультивибратор, собранный на микросхемах D12. 2 и D12. 3. По переднему фронту входного импульса мультивибратор формирует

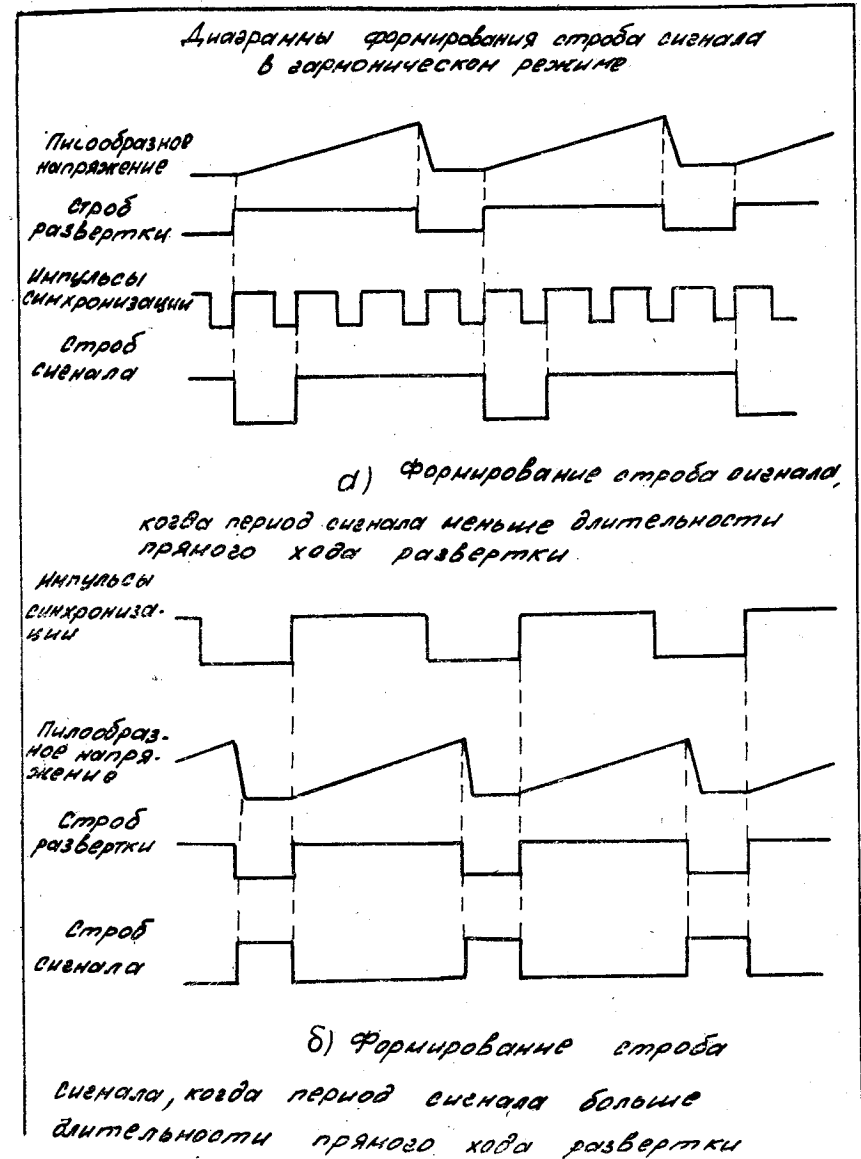


Рис. 6

В зависимости от положения переключателя режима работы развертки («Z», «Z», «ВНЕШ.») генератор развертки может работать соответственно в автоколебательном, ждущем и внешнем режиме. Управление выбором скорости развертки может производиться либо вручную, либо автоматически. При поступлении синхронизирующих импульсов на вход синхронизации, в ней формируются импульсы запуска развертки ИЗР и мультивибратора. При срабатывании мультивибратора (V5, V8) положительный потенциал с усилителя (V9) поступает: на усилители индикации наличия синхронизации (V3) и принудительной установки развертки в положение 100 мкс/см (V2); через резистор R10 на триггер развертки, который переводит развертку в ждущий режим. При нажатии кнопки переключателя «Z», +12 В подается через резистор R5 на триггер развертки и переводит развертку в ждущий режим, независимо от мультивибратора. Управление генератором развертки осуществляется отрицательным импульсом запуска развертки, который поступает на дифференциальный каскад (V13, V19), формирующий импульс подсвета. С дифференциального каскада ИЗР поступает на ключевую схему развертки (V32, V35), осуществляющую запуск генератора пилообразного напряжения. Генератор пилообразного напряжения (V40) выполнен по схеме интегрирующего усилителя. Для увеличения выходного сопротивления генератора на его входе включен истоковый повторитель (V39).

Времязадающие элементы располагаются на плате автоматики X. Для повышения линейности и стабильности генератора питание его осуществляется от источника тока (V43), времязадающие резисторы включаются через регулируемый источник тока (A1, A4). Уровень полочки фиксируется эмиттерным повторителем (V31). Передача пилообразного напряжения в нагрузку осуществляется через эмиттерный повторитель (V44) и термокомпенсирующий диод (V41).

Компаратор верхнего уровня пилы выполнен совместно с триггером (V11, V15, V24) и вырабатывает положительный импульс окончания пилы при достижении уровня пилы 7 вольт. Импульс окончания пилы переключает развертку на обратный ход и начало блокировки. Компаратор нижнего уровня пилы (V10, V14, V22) выполнен аналогично, он вырабатывает положительный импульс по окончании блокировки. Затем этот импульс проходит через инвертор (D1. 1) и подается на синхронизацию. Импульс начала пилы дает разрешение на запуск развертки. Компараторы уровня, блокировочные элементы и эмиттерный повторитель генератора контрольных импульсов (V34) подключаются к генератору через эмиттерные повторители (V30, V33). Блокировочные конденсаторы располагаются на плате автоматики X. Регулировка длительности блокировки осуществляется ручкой СТАБ. ВЧ, RS-триггер, выполненный на инверторах (D1. 2; D1. 3), вырабатывает импульс ИБ2.

Генератор контрольных импульсов из пилообразного напряжения вырабатывает два положительных импульса. Триггер Шмидта, собранный на микросхеме A3, вырабатывает 1 контрольный импульс в момент времени 0,25 t разв., а второй триггер (A2) в момент времени 0,7 t разв. вырабатывает 2 контрольный импульс (t разв. — длительность прямого хода развертки). Затем эти импульсы поступают на схему сравнения со стробом сигнала (D3). В зависимости от соотношения между длительностью строба сигнала и контрольных импульсов возможны три случая (рис. 7). Если строб сигнала меньше 0,25 t разв., то на выходе 8 микросхемы D3 появляется единица. Если строб сигнала больше 0,25 t разв., но меньше 0,7 t разв., то на выходе обеих схем устанавливаются нули. Если строб сигнал больше 0,7 t разв., то на выходе 5 микросхемы D3 появляется единица. С выхода схемы сравнения, во время обратного хода, сигналы поступают на плату автоматики X. В момент окончания блокировки схема сравнения устанавливается в исходное состояние отрицательным импульсом, поступающим с дифференцирующей цепочки R19, R20, C14.

Формирование импульса подсвета осуществляется дифференциальным каскадом V13, V19. При нажатии кнопки ВНЕШ. в точку 9 подается нулевой уровень, который через резистор R32 поступает на транзистор V19 и переводит схему

Схема совпадения D12 формирует сигнал, управляющий режимом работы коммутатора Y поочередно или прерывисто (Упр. I, II).

5. 2. 11. Устройство управления предназначено для формирования служебных сигналов и содержит:

- основной тактовый генератор;
- формирователь стробов слов и ступеньки слов X;
- формирователь пропуска слов;
- формирователь импульсов прерывания;
- формирователь импульсов запуска генератора знаков;
- формирователь импульсов мест;
- формирователь ступеньки мест;
- формирователь импульсов переписи и генератор индикации переполнения.

Схема электрическая принципиальная устройства управления приведена на чертеже И23.055.059 Э3.

Основной тактовый генератор предназначен для формирования импульсов, управляющих моментами выписки символов индикации на экране ЭЛТ. Для обеспечения нормального режима наблюдения символов индикации необходимо, чтобы частота повторения каждого импульса была не менее 50 Гц. Поскольку на экране необходимо выписывать 4 слова, то частота основного тактового генератора должна быть не менее 200 Гц (T=5 мс). Для выписки символов индикации необходимо осуществлять прерывание сигналов в трактах Y, X и Z и вместо исследуемых вводить сигналы индикации. Чтобы уменьшить количество разрывов, наблюдаемых на изображении сигнала, основной тактовый генератор работает в режиме синхронизации по сигналам «строб развертки».

Если генератор развертки работает с частотой больше 200 Гц, то основной тактовый генератор работает в синхронизированном режиме так, что в момент начала обратного хода пилы он запускается, а генератор развертки блокируется до тех пор, пока не закончится выписка символов индикации одного слова, затем запускается генератор развертки и цикл повторяется. Если частота генератора развертки меньше 200 Гц, то тактовый генератор работает в самоходном режиме, обеспечивая прерывание сигналов.

Основной тактовый генератор собран по схеме мультивибратора на транзисторах V2 и V3 разной проводимости.

При подаче питания конденсатор C7 начинает заряжаться через резисторы R6 и R7. Этот заряд продолжается до тех пор, пока разность напряжений между базой и эмиттером транзистора V2 не достигнет напряжения открывания. В этот момент начинается лавинообразный процесс открывания транзисторов V2 и V3. При этом на коллекторе транзистора V3 появляется отрицательный импульс длительностью 3—5 мкс. Процесс разряда конденсатора продолжается до тех пор, пока открыт транзистор V2. Как только потенциал на эмиттере V2 становится ниже потенциала базы, оба транзистора лавинообразно закрываются и начинается заряд конденсатора C7. Если в конце заряда конденсатора через конденсатор C4 приходит положительный синхронимпульс, то, складываясь с потенциалом C7, он скачком увеличивает потенциал эмиттера V2 и приводит к срабатыванию мультивибратора.

С выхода основного тактового генератора импульсы поступают на укорачивающий мультивибратор D12. 2, D12. 3, входящий в формирователь импульсов прерывания и на формирователь стробов слов.

Формирователь стробов слов формирует импульсы, с помощью которых осуществляется вывод цифровой информации на экран ЭЛТ. При работе осциллографа в обычном режиме по стробу слова 1 осуществляется выписка коэффициента отклонения канала I, по стробу слова 2 — выписка коэффициента отклонения канала II, по стробу слова 3 — выписка коэффициента развертки и по стробу слова 4 — результаты цифровых измерений.

Импульсы с выхода основного тактового генератора инвертируются микросхемой D12. 1 и поступают на делитель, собранный на 2-х триггерах микросхемы

Таблица 3

Величины времязадающих и блокировочных элементов

Коэффициент развертки	Времязадающий конденсатор		Корректирующий резистор	Времязадающий конденсатор		Блокировочный конденсатор	
	позиционное обозначение	величина, кОм		позиционное обозначение	величина, кОм	позиционное обозначение	величина, мкФ
500 мс/дел	R40—R45	250	R49	C9*	10	C11	10
200 мс/дел	R40—R44	100	R49	C9	10	C11	10
100 мс/дел	R40—R43	50	R49	C9	10	C11	10
50 мс/дел	R40—R45	250	R48	C10*	1	C12	2,2
20 мс/дел	R40—R44	100	R48	C10	1	C12	2,2
10 мс/дел	R40—R43	50	R48	C10	1	C12	2,2
5 мс/дел	R40—R42	25	R48	C10	1	C13	0,68
2 мс/дел	R40, R41	10	R48	C10	1	C13	0,68
1 мс/дел	R40	4,99	R48	C10	1	C13	0,68
500 мкс/дел	R40—R45	250	R47	C11*	10 ⁻²	C14	0,1
200 мкс/дел	R40—R44	100	R47	C11	10 ⁻²	C14	0,1
100 мкс/дел	R40—R43	50	R47	C11	10 ⁻²	C14	0,1
50 мкс/дел	R40—R42	25	R47	C11	10 ⁻²	C15	0,011
20 мкс/дел	R40, R41	10	R47	C11	10 ⁻²	C15	0,011
10 мкс/дел	R40	4,99	R47	C11	10 ⁻²	C15	0,011
5 мкс/дел	R40—R45	250	R46	C26, C27*	10 ⁻⁴	C15	0,011
2 мкс/дел	R40—R44	100	R46	C26, C27	10 ⁻⁴	C15	0,011
1 мкс/дел	R40—R43	50	R46	C26, C27	10 ⁻⁴	C15	0,011
500 нс/дел	R40—R42	25	R46	C26, C27	10 ⁻⁴	C22**	10 ⁻³
200 нс/дел	R40, R41	10	R46	C26, C27	10 ⁻⁴	C22	10 ⁻³
100 нс/дел	R40	4,99	R46	C26, C27	10 ⁻⁴	C22	10 ⁻³
50 нс/дел	R40—R42	25	R46	C26, C27	10 ⁻⁴	C22	10 ⁻³
20 нс/дел	R40, R41	10	R46	C26, C27	10 ⁻⁴	C22	10 ⁻³
10 нс/дел	R40	4,99	R46	C26, C27	10 ⁻⁴	C22	10 ⁻³

Примечания: 1. Конденсаторы, отмеченные знаком х), установлены на шасси прибора, см. И22.048.007 Э3 лист 2.
2. Конденсаторы, отмеченные знаком хх), установлены на генераторе развертки, см. И22.081.037 Э3.

подсвета в режим подсвета внешнего сигнала, а генератор пилообразного напряжения тормозит на уровне +1В. Строб развертки формируется инверторами D2. 1, D2. 2. Импульс опроса автоматики X (ИОпX) формируется из стоба развертки дифференцирующей цепочкой R59, R60, C21 и инвертором D2. 4. Импульс блокировки 2 (ИБ2) формируется на микросхеме D1. 2, D1. 3 из импульсов начала и окончания пилы.

5. 2. 9. Усилитель X предназначен для усиления напряжений, обеспечивающих перемещение луча ЭЛТ по горизонтали. Усилитель X состоит из усилителя сигнала X, предусилителя сигнала, предусилителя индикации, диодного коммутатора со схемой управления, оконечного усилителя.

Усилитель сигнала X на транзисторе V3 представляет собой усилитель с общей базой, термокомпенсированный диодом V2. На вход усилителя через развязывающие цепочки (R1, C1, F2, C2) подключены резисторы плавного и грубого перемещения изображения по горизонтали. Сюда же, в режиме ВНЕШ, подается сигнал X с платы синхронизации. С выхода усилителя через резистор R15 снимается сигнал на цифровое измерительное устройство.

Предусилитель сигнала состоит из эмиттерных повторителей (V7, V8), фазоинвертора V12, V13 с резистором калибровки коэффициентов развертки (R45 «x1 ▼»). При включении растяжки коэффициент усиления фазоинвертора

увеличивается в 10 раз, калибровка осуществляется резистором R39 (x0,1 ▼).

Включение растяжки осуществляется магнитоуправляемым контактом S1. Управление растяжкой осуществляется сигналом растяжки через усилитель, собранный на транзисторе V5, включающий электромагнит Y1. Центровка растяжки осуществляется резистором R56. Предусилитель индикации построен аналогично, за исключением схемы растяжки и схемы центровки растяжки.

Диодный коммутатор собран на диодах V23, V24, V25, V26, V27, V28, V29, V30. Диодный коммутатор предназначен для прерывания развертки и выписки символов индикации на экране ЭЛТ. Управление диодным коммутатором осуществляется двумя усилительными каскадами V16, V20 при подаче команды Запрет сигнала X.

С выхода коммутатора сигнал поступает на оконечный усилитель. Входной каскад представляет собой дифференциальный усилитель V32, V33 с источником тока V34, служащим для увеличения дифференциального сопротивления каскада.

Резисторы R62, R63 служат для расширения динамического диапазона каскада. Затем сигнал поступает на выходные каскады. Каждое плечо усилителя представляет собой однотактный усилитель с обратной связью. Коллектор транзистора V32 нагружается на эмиттерные повторители V37, V38, которые увеличивают входное сопротивление выходного каскада, кроме того, за счет разной полярности транзисторов улучшается передача переднего и заднего фронта импульса. Требуемая стабильность усилителя обеспечивается включением резисторов обратной связи R80, R87. Коррекция высокочастотных искажений осуществляется конденсатором C25, низкочастотных искажений — цепочкой R85, C24. Для повышения линейности выходного каскада (V44) включена динамическая нагрузка (V45). Второе плечо оконечного усилителя построено аналогично.

При выходе изображения за пределы экрана кнопкой «ПОИСК ЛУЧА» изображение возвращается в пределы экрана независимо от размеров изображения и положения ручки перемещения луча по горизонтали. При этом минус 12В подается на базу источника тока (V34) и, уменьшая ток через него, ограничивает величину входного напряжения.

5. 2. 10. Схема автоматики X предназначена для выбора коэффициента развертки в тракте горизонтального отклонения в ручном, автоматическом и дистанционном режимах.

Автоматика X содержит счетчик деления на 3, реверсивный счетчик, дешифратор, схему управления коммутаторами, буферный регистр индикации, коммутаторы блокировочных конденсаторов, времязадающих резисторов и конденсаторов.

Диаграммы сравнения строба сигнала с длительностью прямого хода развертки

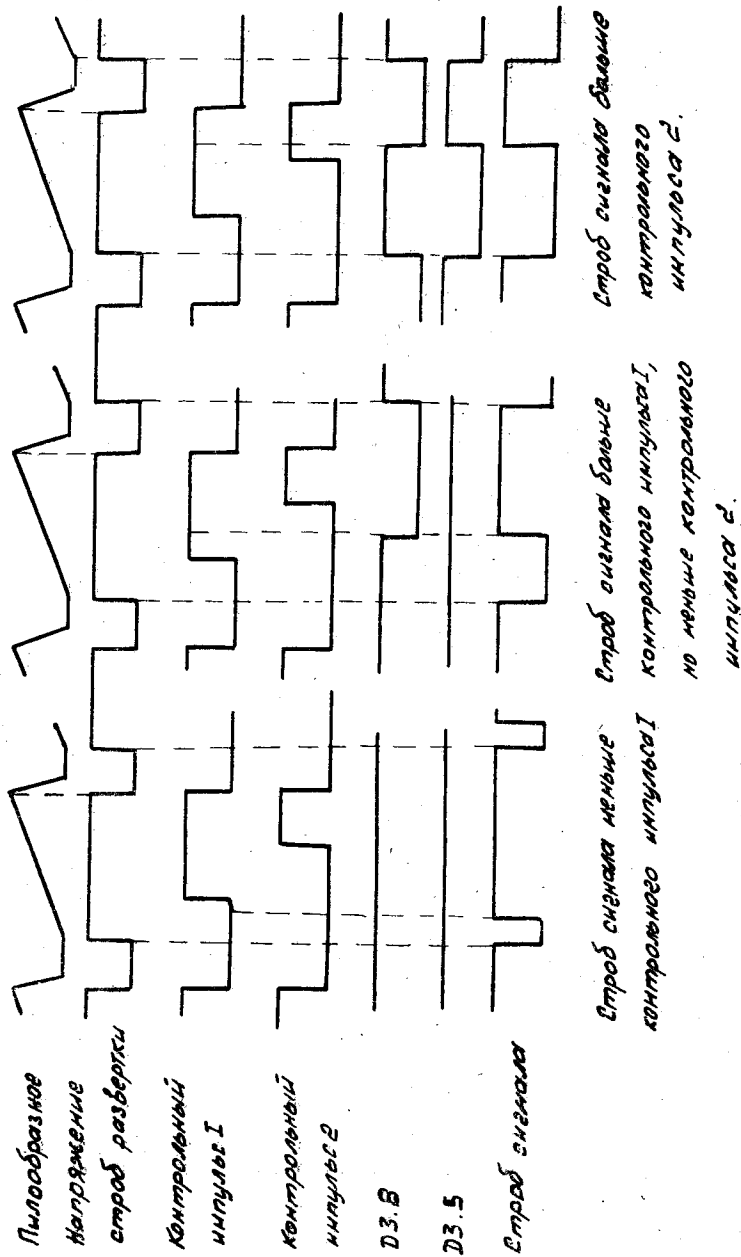


Рис. 7

Каждому состоянию счетчиков соответствует определенный коэффициент развертки. Запуск счетчика осуществляется импульсами увеличения K_x или уменьшения K_x в такт с импульсом опроса X (ИОпХ), поступающим в конце прямого хода развертки. Кроме того, с генератора развертки на счетчик поступает сигнал принудительной установки «Уст. 100 μ S» в положение, соответствующее коэффициенту развертки 100 мкс/дел, если на вход осциллографа не поступает сигнал. Счетчик обеспечивает изменение калиброванных коэффициентов развертки от 10 нс/дел до 500 мс/дел в отношении (1, 2, 5) · 10ⁿ. Поэтому счетчик разделен на две части, первая имеет коэффициент деления 3, а другая — 8. Первый счетчик определяет значащую цифру (1, 2, 5), а второй — величину «n» в показателе степени числа 10.

В режиме прямого счета работают оба счетчика, в режиме обратного счета только второй счетчик. Первый счетчик собран на микросхеме D9, второй — на D13.

При поступлении импульса уменьшения K_x работает счетчик D9, при поступлении 3-х импульсов на выходе схемы совпадения D7. 3 появляется «0», который сбрасывает оба счетчика в положение, соответствующее коэффициенту 5, одновременно через дифференцирующую цепь (C17, R23, R24), на вход 5 D13 (+1, прямой счет) поступает счетный импульс, при этом с микросхемы D10. 4 поступает импульс запрета на схему совпадения D8. 1 на время срабатывания счетчика D13.

При поступлении импульса увеличения K_x он проходит по цепи D2. 2, D6. 1, D6. 2 и поступает на счетчик D13 (—1, обратный счет). При достижении счетчиком D13 положения 500 мS с дешифратора поступает «0» (сигнал запрета) на схему ограничения хода счетчика D10. 2 (вывод 4), одновременно этот сигнал через инвертор D16. 1 поступает на D7. 4 (вывод 12) и дает разрешение на установку счетчика на 3 в положение 5, затем очередной ИОпХ производит установку. В положении 500 мS со схемы совпадения D10. 3 (вывод 8) на схему совпадения D8. 2 (вывод 5) поступает «0» (запрет увеличения K_x). Если появляется сигнал увеличения K_x , коэффициенты развертки с 500 мS переключаются на нужный предел и схема восстанавливается.

Дешифратор значащих цифр собран на микросхеме D11. 1, D11. 2, D11. 3, дешифратор показателя степени собран на микросхеме D14.

С дешифраторов дистанционного и ручного управления сигналы поступают на схему управления D15, D16, D17, D8. 3, откуда сигналы управления («1») поступают на автоматику Z, на буферный регистр, на коммутаторы времязадающих элементов.

Схема управления позволяет осуществлять режимы автоматического, дистанционного или ручного управления автоматикой X. В режиме ручного или дистанционного управления на дешифраторы с микросхем D2. 2, D3. 1 подается «0» и блокирует их.

Буферный регистр D18. 1, D18. 2, D18. 3, D19, D3. 2, D3. 3, D3. 4 осуществляет передачу информации о состоянии автоматики X в устройство цифровой индикации в такт со стробами слова 3.

Коммутатор блокировочных конденсаторов (C11...C15) собран на микросхеме A1.

Коммутатор времязадающих резисторов (R40...R45) собран на A2. 1, A2. 2, A2. 3, A3. 1, A3. 2, A3. 3, A5, V8 и разбит на две тройки, дополнительно управляемые схемами совпадения D5, D6.

Коммутатор времязадающих конденсаторов собран на A6 и реле K1...K3. Коррекция погрешности времязадающих конденсаторов осуществляется резисторами R46...R49. Подключение резисторов в цепь коррекции производится ключами, собранными на транзисторах, входящих в микросхемы A2. 4, A2. 5, A3. 4, A3. 5, A4.

Зависимость величины времязадающих и блокировочных элементов от величины установленного коэффициента развертки приведена в табл. 3.

Схема совпадения формирует сигнал растяжки, поступающий на усилитель X.

Синхронизация генератора осуществляется импульсами, поступающими с генератора развертки. По окончании прямого хода развертки импульс блокировки 2 открывает разрядный ключ УЗ. 2 (3, 4, 12), который разряжает времязадающие элементы генератора, на выходе которого устанавливается напряжение 12 В. Одновременно оканчивается строб развертки, закрывающий зарядный ключ УЗ. 1, который на коммутатор (У4) времязадающих резисторов через резистор R24 подает питание от источника 80 В. Однако, формирование пилообразного напряжения начинается только после окончания импульса блокировки.

Если генератор развертки (рис. 13), работает в автоколебательном режиме, то длительность интервала времени между окончанием одного прямого хода и началом следующего равна длительности импульса блокировки. В этом случае импульс блокировки равен длительности обратного хода развертки, поэтому пилообразное напряжение не формируется и на выходе генератора уровень не изменяется.

Если генератор развертки работает в ждущем режиме, то длительность обратного хода становится больше длительности импульса блокировки 2, по окончании которого происходит заряд времязадающих конденсаторов и потенциал на выходе генератора уменьшается по линейному закону. В момент начала прямого хода развертки строб развертки открывает ключ УЗ. 1, который закрывает диод Д6, отсекающий питание коммутатора У4. В результате этого на выходе генератора фиксируется достигнутый потенциал. По окончании прямого хода развертки вновь повторяется цикл заряда времязадающего конденсатора.

За счет такого режима работы во время каждого прямого хода развертки на выходе генератора пилообразного напряжения фиксируется потенциал, пропорциональный интервалу между окончанием одного и началом следующего прямого ходов развертки.

Для того, чтобы выдержать соотношение между длительностью прямого хода развертки и величиной потенциала, фиксируемого на выходе генератора во время прямого хода, изменение времязадающих элементов генератора развертки и генератора автоматика Z производится одновременно по одним и тем же командам, формируемым дешифратором команд коммутатора. Код управления описывается рядом (1, 2, 5, 10, 20, 50) · 10² и. Изменения значащих цифр в коде преобразуются в изменение величины времязадающего резистора, а изменение показателя степени — в изменение времязадающих конденсаторов.

Код значащих цифр поступает на группу усилителей, собранных на транзисторах микросхем У1 и У2. С коллекторов транзисторов выходные сигналы подаются на электронный переключатель времязадающих резисторов, собранный на микросхеме У4 и транзисторе Т1. Каждый элемент переключателя представляет собой электронный ключ, выполненный на полевом транзисторе с р-каналом и изолированным затвором. При открывании одного из транзисторов усилителя на соответствующем затворе ключа потенциал становится равным 0, а на переходе затвор-исток — минус 25 В. Под действием этого ключ открывается и шунтирует все времязадающие резисторы, включенные за ним.

Код показателя степени поступает на усилители, собранные на транзисторах У5. Коллекторы усилителей соединены с затворами полевых транзисторов с п-каналом (Т3... Т5). При отсутствии команды транзистор усилителя закрыт и на затвор полевого транзистора подается потенциал минус 10 В, что также приводит к его закрыванию. Если поступает команда, то открывается транзистор усилителя, на его коллекторе потенциал падает до нуля и открывается полевой транзистор, подключая определенный конденсатор к входу генератора пилообразного напряжения.

Для упрощения схемы конденсатор С8, работающий при максимальных скоростях развертки, подключен без коммутации.

Поскольку автоматика Z должна обеспечивать подрегулировку яркости при изменении скважности развертки в пределах от 2 до 40, то величина постоянной времени элементов, включаемых при каждом значении коэффициента развертки,

короткий отрицательный импульс, длительностью 300—500 нс, который поступает на вход «С» триггера D16. 1. Микросхема D16. 1 работает в режиме D-триггера, т. е. информация со входа «1» в момент прихода синхроимпульса запоминается триггером и хранится до следующего цикла записи или до прихода импульса сброса на вход «R». Таким образом, положительные импульсы на выходе D-триггера появляются только при наличии соответствующего строба слова. Микросхемы D4. 3, D5. 4, D12. 4 и D15. 4, служат для инвертирования импульсов и согласования с кабельными линиями передачи, включенными на выходе платы.

Одновременно с выдачей импульсов прерывания триггер D16. 1 запускает формирователь импульсов запуска генератора знаков, собранный на микросхемах D18. 3 и D18. 4 по схеме мультивибратора. Этот мультивибратор выдает на генератор знаков импульсы («Пуск генератора») для запуска генератора пилообразных импульсов.

Кроме запуска генератора знаков триггер D16. 1 дает разрешение на запуск формирователя импульсов мест.

Формирователь импульсов мест содержит схему задержки D5, схема ввода запятой D6. 1, D7, счетчик на 10 D9, дешифратор D13, усилители-инверторы D15. 2, D15. 3, D17, D23, D24, D25.

В ответ на сигналы «Пуск генератора» с генератора знаков на формирователь импульсов мест поступают импульсы «Перекл. мест.» Эти импульсы через схему задержки поступают на вход С1 счетчика. Если на входе R₀ имеется сигнал разрешения, то счетчик начинает работать и на выходе дешифратора поочередно появляются импульсы мест от первого до десятого. Первые восемь из них после дополнительного формирования усилителями-инверторами поступают на выход платы. Сигналы девятого и десятого мест используются для перевода триггеров D16. 1 и D16. 2 в исходное состояние. Если при выходе результатов измерения необходима запятая, то в нужный момент поступает импульс «Упр.», триггер D6. 1 срабатывает и в результате этого один импульс «Перекл. мест» не доходит до счетчика. При этом тот импульс места, на котором должна быть запятая, получается удвоенной длительности.

Для обеспечения сдвига символов индикации по горизонтали служит формирователь ступеньки мест, собранный на микросхемах D27, D6. 2 и D35. Сигнал «Импульс строки» с генератора знаков поступает на один вход микросхемы D27. 2. На второй вход этой микросхемы поступает сигнал с триггера D6. 1, формирующего место для выписки запятой. Если на каком-либо месте необходимо выписать запятую, то импульс этого места длиняется за счет сложения с импульсом запятой и соответствующая ступенька получается длиннее. Сигнал с выхода D27. 2 попадает на инвертор D27. 3 и далее на счетчик. Для того, чтобы зафиксировать положение слов на экране, на микросхеме D27. 3 подаются импульсы первого места. На выходе микросхемы D27. 3 собрана схема монтажного «ИЛИ». За счет этого выписки любого слова независимо от количества символов начинается с одних и тех же точек экрана, соответствующих первому месту. Импульсы строки с выхода D27. 3 поступают на три последовательно соединенных триггера D6. 2, D35. 1 и D35. 2, работающих в счетном режиме. Выходы этих триггеров включены в резисторную матрицу R45, R48, R52, R54. Номиналы резисторов подобраны так, что амплитуды ступенек одинаковы. Для регулировки амплитуды ступенек и соответственно расстояния между символами на экране служит резистор R54.

Формирователь импульсов переписи предназначен для обеспечения режима цифровых измерений. Поскольку измерение напряжения производится на канале 1 (слово 1), измерение времени на развертке (слово 3), а выписка результатов измерения осуществляется по слову 4, то для согласования по времени служит промежуточная ячейка памяти, размещенная в устройстве выбора знаков. Моменты выдачи импульсов «Перепись» определяются режимом работы прибора.

Формирователь содержит схему управления, собранную на микросхемах D28. 2 и D30. 1, и ждущий мультивибратор D30. 2, D30. 3. При измерении «U» положительный импульс переписи выдается по пятому месту слова 1, а при измерении «t» — по пятому месту слова 3.

Генератор индикации переполнения собран на микросхеме D29 и транзисторе V8. Он формирует прямоугольные импульсы со скважностью около 2 и периодом около 1 с. Если в процессе измерения параметров сигнала переполняется счетчик системы цифровых измерений и на вход генератора подается сигнал «Переполнение». Этот сигнал запускает генератор. Сигнал с генератора поступает на микросхему D7. 2, что вызывает мигание результата измерения на экране ЭЛТ.

5. 2. 12. Устройство выбора знаков обеспечивает подключение в нужные моменты времени считывающих обмоток магнитной матрицы, формирующих символы размерности, нуля, запятой и знака нарушения калибровки.

Информация о коэффициентах отклонения и коэффициенте развертки поступает по общим шинам значащих цифр (СтИ1, СтИ5) и шинам показателей степени числа 10 (СтИ11 — СтИ17).

Распределение полученной информации по своим местам осуществляется с помощью стробов слов.

В осциллографе предусмотрены режимы работы с выносными делителями и с растяжкой развертки.

Для приведения индицируемых коэффициентов в соответствие с реальными значениями служит схема сдвига разрядов, собранная на микросхемах D1—D5, D8, D9. При подключении какого-нибудь делителя на выходах микросхемы D5. 1 появляется «0» по соответствующему стробу слова. Одновременно на выходе D5. 2 появляется «1». Под действием этих сигналов происходит сдвиг сигнала СтИ на один шаг в сторону уменьшения номера, что приводит к увеличению индицируемого результата в 10 раз. Формирование сигналов включения символов «S» и «V» осуществляется микросхемами D16. 3, D17 и D19. 1. Включение символов «т», «μ» и «п» осуществляется микросхемами D19, D25, D28.

Поскольку результаты измерения выписываются по четвертому слову, а контролируемые каналы выписываются по первому (для напряжения) и третьему (для времени) словам, то для запоминания информации служат D-триггеры D22 и D24, причем вывод символов «Hz», «kHz» и «MHz» формируется только по четвертому слову микросхемами D7, D13. 2, D15. 3, D20, D24 и D26.

Формирование сигнала запятой в результате измерения осуществляется микросхемами D12. 3, D27, D29. 2, D31, D32, D34. 2, D35. 1, D36, D37, D38.

Включение нулей в коэффициентах отклонения осуществляется микросхемами D33, D32. 4, D34. 1.

Порядок формирования символов размерности и нулей в коэффициентах отклонения и коэффициенте развертки приведен в табл. 4.

Таблица 4

Контрольные гнезда	Наименование обобщенной шины	Коэффициент отклонения		Коэффициент развертки	
		нули	размерность	нули	размерность
X4	СтИ11	—	—	00	mS
X5	СтИ12	0	V	0	mS
X6	СтИ13	—	V	—	mS
X7	СтИ14	00	mV	00	μS
X8	СтИ15	0	mV	0	μS
X9	СтИ16	—	mV	—	μS
X10	СтИ17	—	—	00	nS
X11	СтИ18	—	—	0	nS

Формирование импульсов подсвета

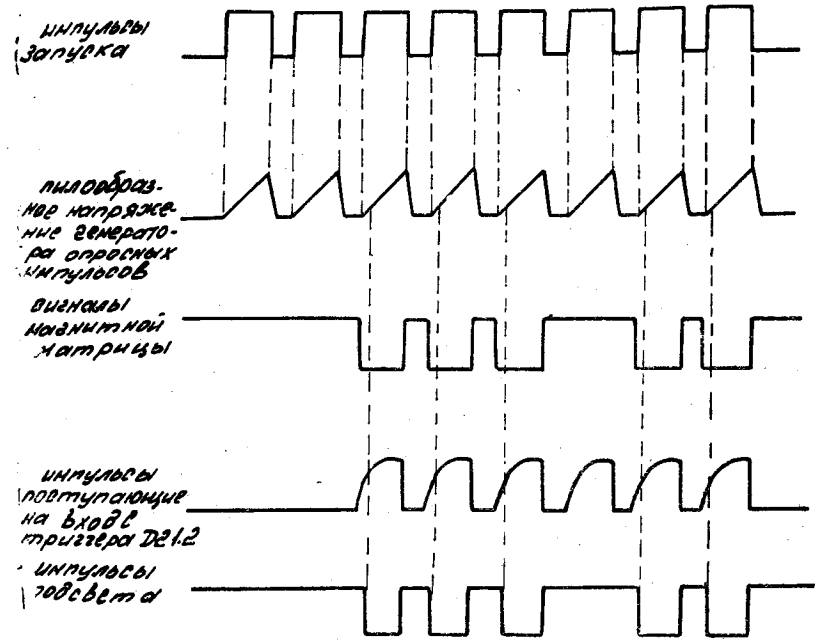


Рис. 12

повторитель V8 сигнал поступает на усилитель с общим эмиттером (V9). Диоды V6, V7 предназначены для защиты транзисторов V8, V9. С нагрузки усилителя сигнал поступает на выходной эмиттерный повторитель (V12), с защитным диодом (V10). Диоды V13, V14, V15 предохраняют усилитель от высокого напряжения. Внешний сигнал управления яркостью, поданный на гнездо «Z», на усилитель Z.

С выхода усилителя Z сигнал управления яркостью проходит на модулятор ЭЛТ по двум цепям: высокочастотная часть — через фильтр RC (атд5.067.000), а низкочастотная часть — через выпрямитель (И23.215.183).

5. 2. 16. Автоматика Z (И22.070.122) предназначена для подрегулировки яркости изображения сигнала при изменении скважности развертки. В схему автоматики Z входят: коммутатор времязадающих элементов, генератор пилообразного напряжения и схема сдвига уровня.

Генератор пилообразного напряжения (Уб. 1) выполнен по схеме интегрирующего усилителя. Для увеличения выходного сопротивления генератора на его входе включен истоковый повторитель (Т2). Передача пилообразного напряжения в нагрузку осуществляется через дифференциальный каскад Уб. 2 (2, 13, 14), Уб. 2 (5, 10, 11). Резисторы R39, R40 обеспечивают регулировку начального уровня на базе усилителя.

На вход усилителя поступает пилообразное напряжение. Так как усилитель обладает некоторым коэффициентом усиления, то наклон пилообразного напряжения на выходе становится в несколько раз меньше, то есть на выходе образуется трапецеидальный импульс.

Исключение составляет первый усилитель, у которого отсутствует резистор связи между эмиттерами транзисторов и за счет большего коэффициента усиления на выходе образуется импульс почти прямоугольной формы. При помощи этого импульса производится установка первой точки выписки символа. Для того, чтобы на выходах усилителей образовались вложенные трапецеидальные импульсы, входы усилителей подключены к генератору пилообразного напряжения через последовательный делитель R34, R43—R51.

Сформированные опросные импульсы подаются на начало первичных обмоток трансформаторов магнитной матрицы. Концы первичных обмоток подключены через коммутирующие диоды к ключу A2. 1, а через резисторы 18 кОм к источнику +12 В. Во время формирования символа ключ A2. 1 открывается по сигналу от триггера D21. 1 и подключает все обмотки к общему проводу. При этом формируются напряжения символов.

После окончания выписки символов ключ A2. 1 закрывается и происходит разряд трансформаторов матрицы через резисторы 18 кОм на источник +12 В.

Формирование импульсов подсвета для каждого символа осуществляется D-триггером D21. 2. Управление триггером осуществляется по входу R, на который при наличии полезного сигнала на выходе магнитной матрицы подаются импульсы разрешения. При поступлении на считывающие обмотки трансформаторов магнитной матрицы сигналов индикации на входе инвертора D9. 2 появляется «0». Инвертированный сигнал сравнивается с импульсом триггера D21. 1 и через инверторы D9. 3, D9. 4 передается на вход «R» триггера D21. 2 и разрешается работа триггера D21. 2 по входу «С». Если в данный промежуток времени никакой символ не включается, то на выходе D9. 4 будет «0», т. е. триггер D21. 2 не изменит своего состояния несмотря на опросные импульсы, поступающие на его вход «С». Необходимость этого вызвана способом построения слов. Для того, чтобы несколько задержать запуск триггера относительно переднего фронта опросного импульса, в цепь входа «С» включена цепочка R77, R78, C15. Диаграмма формирования импульсов подсвета представлена на рис. 12. Для примера взят сигнал индикации «100 mV».

Те же импульсы, что поступают на подсвет символов, подаются на устройство управления («Имп. строки») формирования ступеньки мест. Кроме импульсов подсвета с магнитной матрицы через резисторы R72 и R76 снимается результирующий сигнал координаты X, а через резистор R81 — координаты Y, которые поступают на соответствующие усилители для вывода данной информации на экран ЭЛТ.

5. 2. 14. Устройство управления яркостью луча предназначено для обеспечения регулировки яркости изображения сигнала, символов индикации, автоматической подрегулировки яркости изображения при изменении скважности.

В состав устройства входят:
усилитель Z И22.035.351;
выпрямитель И23.215.183;
автоматика Z И22.070.122.

5. 2. 15. Усилитель Z предназначен для усиления импульсов подсвета развертки индикации сигналов со входа « \odot Z» до величины 30 В, необходимой для подсвета изображения на экране ЭЛТ. На транзисторах V1, V2 собран коммутатор сигналов, осуществляющий выбор режима подсвета сигнала или индикации. Входные каскады собраны по схеме усилителей с общей базой (V4, V5). Причем каскад на транзисторе V4 осуществляет управление яркостью изображения сигнала, а на транзисторе V5 — яркостью индикации с помощью потенциометров ЯРК. СИГН., ЯРК. ИНД и импульсов автоматического управления яркостью 1, 2, поступающих с автоматки Z. С коллекторов транзисторов через эмиттерный

5. 2. 13. Генератор знаков И23.054.015 предназначен для формирования вертикально и горизонтально отклоняющих напряжений, необходимых для выписки знаков на экране ЭЛТ, а также импульсов подсвета формируемых знаков.

Генератор знаков состоит из дешифратора выбора знаков, магнитной матрицы, генератора опросных импульсов и формирователя импульсов подсвета (см. рис. 8).

Структурная схема генератора знаков

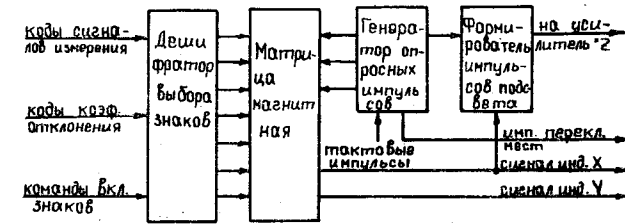


Рис. 8

Генератор знаков формирует слова, каждое из которых может состоять из 9 символов, а также числовое содержание информации в каждом конкретном символе определяется сигналами, поступающими на дешифратор выбора знаков из автоматки Y, автоматки X, системы цифровых измерений и устройства управления.

Дешифратор выбора знаков собран на микросхемах D1—D20.

Как указывалось в п. 5. 1. 3, символы строятся с помощью фигур Лиссажу. Для упрощения схем и сокращения объема оборудования при формировании отклоняющих напряжений используется метод кусочно-линейной аппроксимации кривых из 8 отрезков прямых линий. Если на изображение знака нанести координатные оси, то каждый знак можно охарактеризовать координатами 9-ти точек.

Для воспроизведения знака достаточно, чтобы величина вертикально и горизонтально отклоняющих напряжений с каким-либо коэффициентом поочередно принимала значения координат каждой последовательной точки аппроксимированного изображения. Вертикальные и горизонтальные составляющие напряжений символов формируются с помощью магнитной матрицы, управляемой генератором опросных импульсов. На магнитной матрице установлено 9 трансформаторов на ферритовых кольцах, на которых организуется постоянная память координат характерных точек. Считывающие напряжения формируются прямой и обратной полярности для перемещения луча в прямом и обратном направлениях. Величины этих перемещений прямо пропорциональны количеству витков соответствующих вторичных обмоток. Смена полярности напряжений осуществляется за счет изменения направления намотки.

Генератор опросных импульсов формирует в первичных обмотках трансформаторов магнитной матрицы импульсы (рис. 9) так, что окончание переднего фронта предыдущего импульса совпадает с началом фронта последующего. За счет этого достигается непрерывное перемещение луча от точки к точке. Генератор опросных импульсов состоит из формирователя пилообразного напряжения, собранного на микросхемах A2. 2 и D21. 1, опорного мультивибратора D18. 3 и D18. 4 (в схеме устройства управления), ключа на транзисторе A2. 1 и 9-ти усилителей A3—A9.

С началом тактового импульса запускается опорный мультивибратор, который вырабатывает положительные импульсы с периодом приблизительно 10 мкс. Эти импульсы перебрасывают D-триггер D21. 1 в состояние «1». Инверсный сигнал

Опросные импульсы

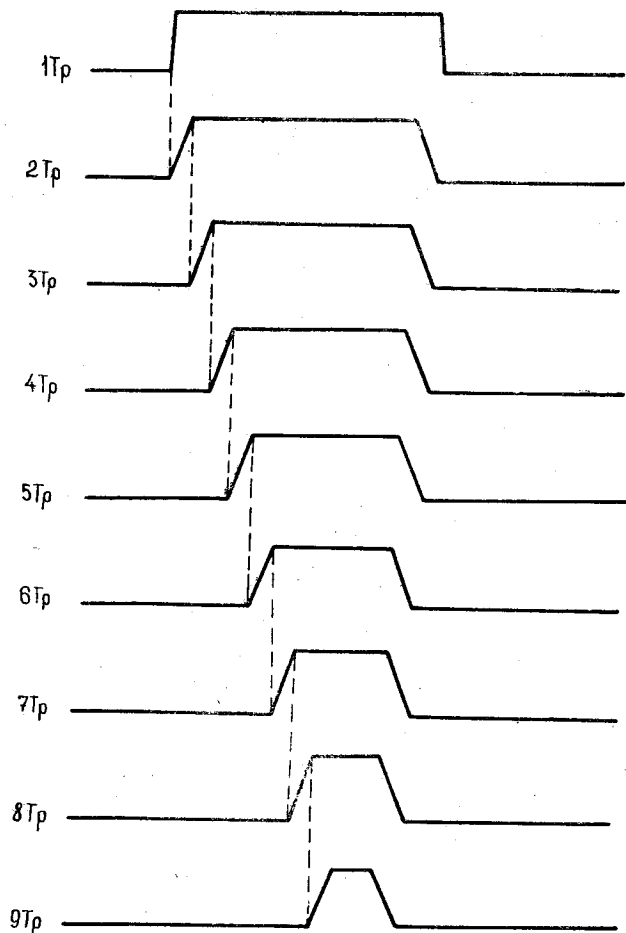


Рис. 9

этого триггера закрывает диод V12. При этом начинается заряд конденсаторов C14 и C15 через резистор R13. По мере заряда уменьшается потенциал базы транзистора A2. 2 и возрастает потенциал его коллектора. Ввиду того, что конденсаторы C14, C15 включены между базой и коллектором транзистора, эта схема работает в режиме интегрирующего усилителя, формирующего линейно нарастающее напряжение. пилообразное напряжение с коллектора усилителя подается на цепочку резисторов R34, R43—R51, образующих последовательный делитель. Нижний конец этого делителя подключен к ключу, собранному на

транзисторе A2. 3 и источнику тока на транзисторе A2. 4. За счет такого включения пилообразное напряжение с выхода A2. 2 сдвигается каждым из резисторов R43—R51 в область отрицательных напряжений на величину порядка 0,5 В. За счет этого потенциал базы ключа A2. 3 в исходном состоянии равен минус 3—3,5 В. Возрастающее пилообразное напряжение с коллектора транзистора A2. 2 поступает на базу ключа A2. 3. Потенциал эмиттера этого транзистора зафиксирован на уровне минус 0,7 В диодом V10. Как только потенциал базы за счет пилообразного напряжения повысится до 0, ключ A2. 3 открывается и перебрасывает D-триггер D21. 1 в исходное состояние. С приходом следующего импульса опорного мультивибратора весь цикл повторяется. Таким образом, в течение тактового импульса формируется девять, а при наличии запятой — десять пилообразных импульсов. Диаграмма работы генератора опросных импульсов представлена на рис. 10.

Формирование пилообразных импульсов

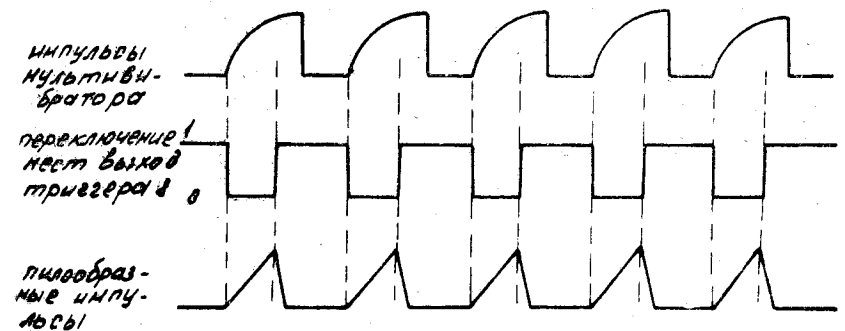


Рис. 10

Девять усилителей генератора опросных импульсов построены по одинаковым схемам дифференциальных усилителей.

Дифференциальный усилитель

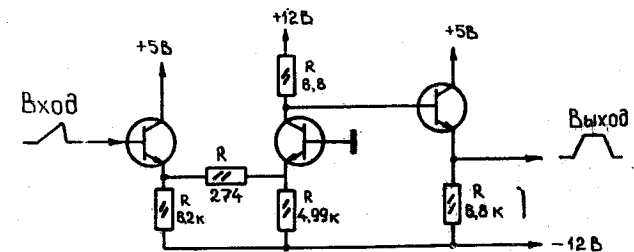


Рис. 11

общая со стабилизатором +12 В. Потенциометром R6 (И23.233.178-02 Э3) можно регулировать выходное напряжение стабилизатора в пределах 4,5—5,5 В.

Опорным напряжением стабилизатора +5 В служит стабилизированное напряжение минус 12 В.

Транзистор V14 (И22.048.007 Э3) и элементы, расположенные на плате A28 (И23.233.122-01 Э3), входят в состав стабилизатора минус 12 В. Схема стабилизатора минус 12 В идентична схеме стабилизатора +12 В.

Транзисторы V8, V9, V11, V16 (И22.048.007 Э3), стабилитрон V12 (И23.215.174 Э3) и элементы, расположенные на плате A26 (И23.233.123-01 Э3), входят в состав стабилизатора +80 В. Транзисторы V9, V11 (И22.048.007 Э3) — регулирующие, V8, V16 (И22.048.007 Э3), T1 (И23.233.123-01) — составные, транзистор T3 (И23.233.123-01 Э3) — усилитель обратной связи, транзистор T2, резисторы R2, R3, R12 и диод D4 (И23.233.123-01 Э3) входят в состав схемы защиты стабилизатора +80 В от перегрузок. Опорное напряжение стабилизатора снимается со стабилитронов D1, D2 (И23.233.123-01 Э3).

Источник подпитки стабилизатора +80 В выполнен на стабилитроне D3 и резисторе R11 (И23.233.123-01 Э3).

Схема стабилизатора +80 В выполнена так, что при изменении напряжения питающей сети $\pm 10\%$ от номинала работают транзисторы V11, V16 (И22.048.007 Э3), транзисторы V8, V9 (И22.048.007 Э3) полностью открыты, стабилитрон V12 (И23.215.174 Э3) закрыт, а при перегрузке на выходе стабилизатора транзисторы V9, V11 (И22.048.007 Э3) закрываются, входное напряжение равномерно распределяется между ними, стабилитрон V12 (И23.215.174 Э3) начинает стабилизировать и ограничивает напряжение на транзисторе V9 (И22.048.007 Э3).

Выходное напряжение стабилизатора можно регулировать потенциометром R9 (И23.233.123-01) в пределах 75—85 В.

Напряжение +80 В суммируется с напряжением на конденсаторе C29 (И22.048.007 Э3). Эта сумма равна +150 В. Предохранитель F (И23.215.174 Э3) защищает источник +150 В от перегрузок на его выходе.

Напряжение +150 В суммируется с напряжением на конденсаторе C6 (И23.215.174 Э3). Эта сумма равна +200 В.

Транзисторы V17, V18, резисторы R27—R29, конденсаторы C32, C33 (И22.048.007 Э3) входят в состав стабилизатора +27 В.

Преобразователь высоковольтный И23.211.045 обеспечивает питающими напряжениями электронно-лучевую трубку. Входные напряжения стабилизатора +27, +12, +80, минус 12 В, +150 В, выходные — минус 2900, +9000, минус 3030 В и переменное напряжение 160 В.

В преобразователе транзистор V2 и подсоединенная к нему схема образуют генератор, вырабатывающий синусоидальное напряжение с частотой 18—40 кГц. Транзистор V2 кроме функций генератора выполняет функции регулятора. Он поддерживает постоянным напряжение на первичной и вторичной обмотках трансформатора T1 при изменении напряжения +27 В и тока нагрузки источника минус 2900 В.

При увеличении напряжения +27 В начинает увеличиваться напряжение минус 2900 В. Часть этого напряжения через делитель, выполненный на резисторах R1—R12 (атд3.215.006-01), R1, R3 (И22.032.098-02 Э3), прикладывается к транзисторам T1, T2 (И22.032.098-02 Э3), которые частично закрываясь открывают транзистор T3 (И22.032.098-02 Э3). Транзистор T4 (И22.032.098-02 Э3) частично закрывается. Спротивление между коллектором и его эмиттером увеличивается, уменьшая базовый ток транзистора V2 (И23.211.045 Э3), который, закрываясь, сохраняет неизменным напряжение на первичной и вторичной обмотках трансформатора T1 (И23.211.045 Э3).

Стабилизация напряжения минус 2900 В осуществляется также при уменьшении напряжения +27 В и изменении тока нагрузки источника минус 2900 В.

Диаграммы работы схемы автоматики Z

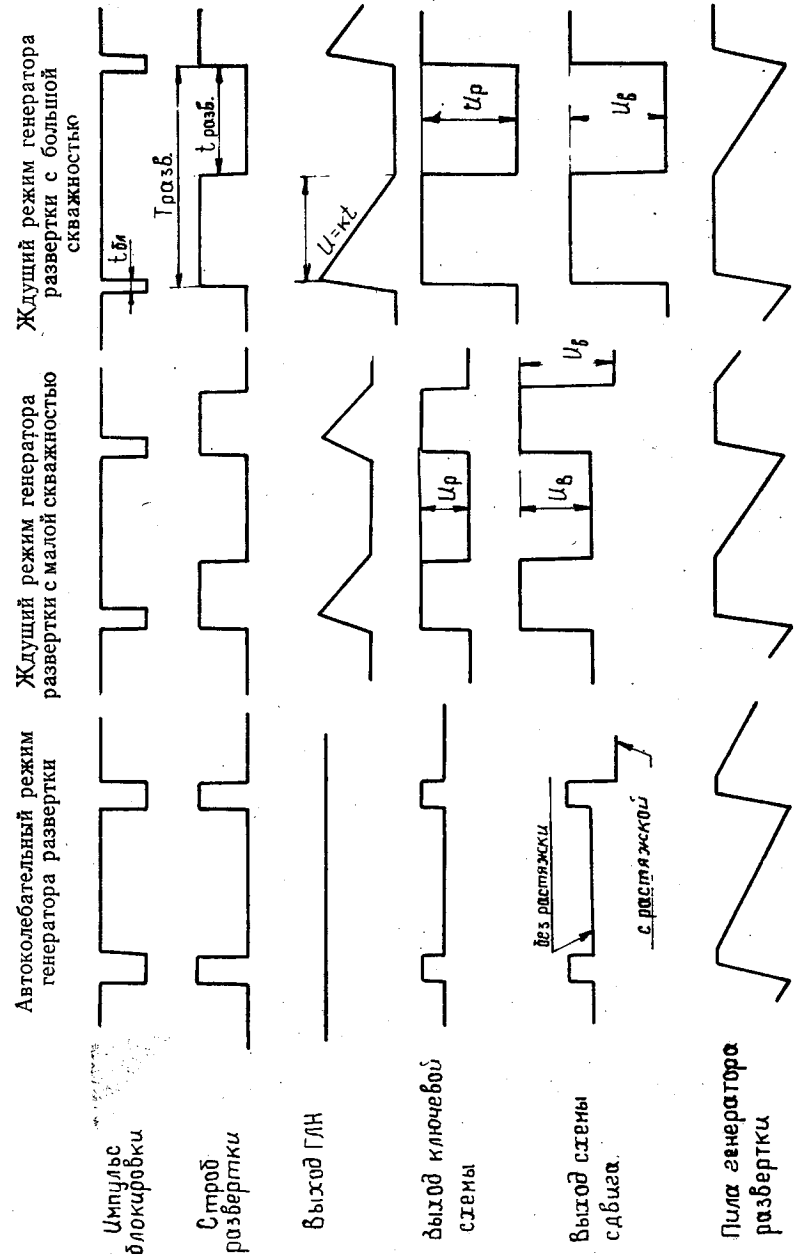


Рис. 13

в 50 раз больше соответствующей величины, включаемой коммутатором. Поскольку при самых медленных развертках (10, 20, 50, 100, 200, 500 мс/дел) луч на экране ЭЛТ виден как движущаяся точка, то подрегулировка яркости в этом случае неэффективна. Вследствие этого при указанных значениях коэффициента развертки она не производится. Зависимость величины времязадающих элементов от установленного значения коэффициента развертки приведена в табл. 5. Поскольку наблюдается некоторое уменьшение яркости луча при переключении скорости развертки и включении растяжки, разработана схема сдвига уровня, выполненная на операционном усилителе У7, с выхода которой сигнал через резистор R59 поступает на усилитель Z.

Таблица 5

Величины времязадающих элементов в автоматике Z

Коэффициент развертки	Времязадающий резистор		Времязадающий резистор		Примечание
	позиционное обозначение	величина, МОм	позиционное обознач.	величина, мкФ	
5 мс/дел	R28—R30, R33	0,25	C7, C11	0,47	
2 мс/дел	R28, R33	0,1	C7, C11	0,47	
1 мс/дел	R33	0,05	C7, C11	0,47	
500 мкс/дел	R28—R30, R33	2,5	C7, C10	0,047	
200 мкс/дел	R28, R33	1,0	C7, C10	0,047	
100 мкс/дел	R33	0,5	C7, C10	0,047	
50 мкс/дел	R28—R30, R33	0,25	C7, C9	$5,1 \cdot 10^{-3}$	
20 мкс/дел	R28, R33	0,1	C7, C9	$5,1 \cdot 10^{-3}$	
10 мкс/дел	R33	0,05	C7, C9	$5,1 \cdot 10^{-3}$	
5 мкс/дел	R28—R30, R33	2,5	C8	$0,51 \cdot 10^{-3}$	
2 мкс/дел	R28, R33	1,0	C8	$0,51 \cdot 10^{-3}$	
1 мкс/дел	R33	0,5	C8	$0,51 \cdot 10^{-3}$	
500 нс/дел	R26, R27, R32	0,25	C8	$0,51 \cdot 10^{-3}$	
200 нс/дел	R26, R32	0,1	C8	$0,51 \cdot 10^{-3}$	
100 нс/дел	R32	0,032	C8	$0,51 \cdot 10^{-3}$	
50 нс/дел	R26, R27, R32	0,25	C8	$0,51 \cdot 10^{-3}$	
20 нс/дел	R26, R32	0,1	C8	$0,51 \cdot 10^{-3}$	
10 нс/дел	R28	0,05	C8	$0,51 \cdot 10^{-3}$	

Примечание. Фактическое значение величины времязадающих резисторов может отличаться от приведенных расчетных значений на $\pm 2\%$, а конденсаторов — на $\pm 10\%$.

С выхода генератора пилообразного напряжения сигнал поступает на дифференциальный каскад У6. 2 (2, 13, 14), У6. 2 (5, 10, 11), который управляется ключом У6. 2 (3, 4, 12).

При отсутствии сброса развертки, во время обратного хода, транзистор У6. 2 (3, 4, 12) закрыт, а на базе транзистора У6. 2 (5, 10, 11) устанавливается 12 В, на базе второго транзистора У6. 2 (2, 13, 14) формируется пилообразное напряжение и его значение менее 12 В, поэтому транзистор У6. 2 (2, 13, 14) закрыт и на резисторе R42 устанавливается напряжение 11,3 В.

Во время прямого хода транзистор У6. 2 (3, 4, 12) открывается и закрывается транзистор У6. 2 (5, 10, 11), транзистор У6. 2 (2, 13, 14) открывается и на резисторе R42 появится отрицательный импульс, амплитуда которого пропорциональна величине потенциала, зафиксированного на выходе генератора. Этот

Напряжение питающей сети поступает на понижающий трансформатор Т1 (И22.048.007 Э3), со вторичных обмоток которого переменные напряжения подводятся на ряд выпрямителей, расположенных на платах А24 (И23.215.174 Э3), А25 (И23.233.196 Э3) и И22.048.007 Э3.

Выпрямители, питающие стабилизаторы +5, +12, минус 12 В, +12 В (а) и высоковольтный преобразователь И23.211.045 выполнены по двухполупериодной схеме со средней точкой на диодах V3, V4, V5, V2, V6, V7 (И22.048.007 Э3) и микросхеме А1 (И23.233.196 Э3).

Выпрямители, питающие стабилизаторы +80 В, +5 В (а), минус 12 В (а) и источник +150 В, выполнены по мостовой схеме на диодах V1—V4, V7—V10 (И23.215.174 Э3) и микросхемах А2, А3 (И23.233.196 Э3). Выпрямитель источника +200 В выполнен по однополупериодной схеме на диоде V11 (И23.215.174 Э3).

Конденсаторы С1—С3 (И23.215.174 Э3), С14, С15 (И22.048.007 Э3), включенные параллельно вторичным обмоткам трансформатора Т1 (И22.048.007 Э3), препятствуют прохождению высокочастотных наводок, создаваемых осциллографом, в питающую сеть.

Все выпрямленные напряжения фильтруются емкостными фильтрами-конденсаторами С16, С18, С19, С21...С25, С27...С30 (И22.048.007 В3), С1...С3 (И23.233.196 Э3) и подводятся на стабилизаторы постоянного напряжения компенсационного типа.

Транзистор V13 (И22.048.007 Э3) и элементы, расположенные на плате А27 (И23.233.178-02 Э3), входят в состав стабилизатора +12 В. Транзистор V13 (И22.048.007 Э3) — регулирующий. Транзистор матрицы 2ТС613А (выводы 12, 13, 14) — составной, транзисторы матрицы 2ТС613А (выводы 5, 6, 7 и 8, 9, 10) — дифференциальный усилитель, транзистор матрицы 2ТС613А (выводы 1, 2, 3) и резистор R3 (И23.233.178-02 Э3) выходят в схему защиты стабилизатора +12 В от перегрузок и коротких замыканий на его выходе. Опорное напряжение стабилизатора снимается со стабилитрона Д4 (И23.233.178-02 Э3), питание которого осуществляется с выхода стабилизатора через резистор R9 (И23.233.178-02 Э3). Конденсаторы С2—С4 (И23.233.178-02 Э3) предупреждают самовозбуждение стабилизатора.

Потенциометром R11 (И23.233.178-02 Э3) можно регулировать выходное напряжение стабилизатора в пределах от 11 до 13 В.

При увеличении напряжения питающей сети напряжение на выходе стабилизатора +12 В начинает увеличиваться. При этом уменьшается положительный потенциал на базе транзистора матрицы 2ТС613А (вывод 8) и он частично закрывается. Ток его коллектора уменьшается, уменьшая положительный потенциал на резисторе R8. Транзистор матрицы 2ТС613А (выводы 5, 6, 7) частично открывается, ток его коллектора возрастает, уменьшая базовый ток транзистора матрицы 2ТС613А (выводы 12, 13, 14). Этот транзистор, а также транзистор V13 (И22.048.007 Э3) частично закрываются. Падение напряжения между коллектором и эмиттером транзистора V13 (И22.048.007 Э3) возрастает, оставляя неизменным выходное напряжение стабилизатора. Схема работает аналогично при уменьшении выходного напряжения и изменении тока нагрузки стабилизатора +12 В.

При коротком замыкании или перегрузке на выходе стабилизатора +12 В возрастает ток через резистор R3. Напряжение на нем увеличивается и при достижении определенной величины открывает транзистор матрицы 2ТС613А (выводы 1, 2, 3). Ток его коллектора возрастает, закрывая составной и регулирующий транзисторы стабилизатора. Напряжение на выходе стабилизатора уменьшается до нуля, а ток через стабилизатор возрастает незначительно.

Транзисторы V10, V12 (И22.048.007 Э3) и элементы, расположенные на плате А27 (И23.233.178-02 Э3), входят в состав стабилизатора +5 В. Транзистор V10 (И22.048.007 Э3) — регулирующий, транзисторы V12 (И22.048.007 Э3) и Т1 (И23.233.178-02 Э3) — составные, Т2 (И23.233.178-02 Э3) — усилитель напряжения обратной связи. Конденсаторы С1, С5 (И23.233.178-02 Э3) — устраняют условия самовозбуждения стабилизатора. Схема защиты стабилизатора +5 В

Регулировка фокуса осуществляется потенциометром R10 (ФОКУС), включенного в делитель, образованный резисторами R5, R1, R3 (И25.064.073) и R12* (И22.048.007).

Регулировка яркости, т. е. изменение тока луча ЭЛТ, осуществляется потенциометрами R16 (ЯРК. СИГН.) и R17 (ЯРК. ИНД.).

Регулировка астигматизма ЭЛТ осуществляется потенциометром R11 (АСТИГ.) за счет изменения потенциала III анода.

Регулировка геометрических искажений производится резисторами R1 и R4 (И23.450.004). Эти резисторы позволяют изменять потенциал промежуточного электрода (вывод D2) и экранирующих пластин (вывод 12).

Для ориентирования линии луча относительно вертикальных и горизонтальных линий шкалы в электромагнитный экран ЭЛТ вмонтированы отклоняющие катушки L1 и L2.

За счет изменения величины и направления тока в этих катушках резисторами R2 и R3 (И23.450.004) обеспечивается поворот линии луча в вертикальном и горизонтальном направлениях.

5. 2. 20. Калибратор амплитуды и длительности (И22.085.022) состоит из генератора прямоугольных импульсов и усилителя-ограничителя. Генератор собран на микросхеме U1, резисторах R1...R4 и конденсаторе C1, которые и задают параметры (частоту и длительность) генерируемых импульсов. С помощью потенциометра R3 производится точная подстройка частоты 1 кГц генерируемых импульсов.

Ключ, собранный на транзисторе T1, формирует импульсы калиброванной амплитуды, которые через диод D4 и резисторы R8 и R9 поступают на выход калибратора. Потенциометром R9 на выходе калибратора устанавливается напряжение $0,6 \pm 0,006$ В.

При установке переключателя «=», «_» 1 кГц», расположенного на передней панели в положение «=», эмиттер — база транзистора T1 закорачиваются, транзистор закрывается и на выходе калибратора будет постоянное напряжение равное по величине амплитуде прямоугольных импульсов.

5. 2. 21. Блок питания обеспечивает питающими напряжениями осциллограф при включении его в сеть переменного тока напряжением 220 ± 22 В с частотой 50—60 Гц и напряжениями 220 ± 11 В или $115 \pm 5,75$ В с частотой 400 ± 28 Гц.

Основные электрические данные источников питания приведены в табл. 6.

Таблица 6

Номинальные выходные напряжения, В	Ток нагрузки, А	Коэффициент стабилизации	Напряжение пульсации, В	Примечание
+5	2,2	100	0,002	
+12	0,85	500	0,002	
+80	0,25	500	0,005	
+150	0,1	2	1,5	
+200	0,0025	1,5	2	
-12	0,85	500	0,002	
±12	0,05	500	0,002	Изолированный; обозначение +12 В (а)
±12	0,05	500	0,002	Изолированный; обозначение -12 В (а)
±5	0,05	100	0,002	Изолированный; обозначение +5 В (а)
-2900	0,0008	20	0,95	
+9000	0,00005	10	20,0	
~6,3	0,3	—	—	Под потенциалом 2900 В
-3030	0,00005	15	1	

Импульс через резистор R54 передается на усилитель Z для автоматической под-регулировки яркости. Чем больше скважность развертки, тем больше будет амплитуда импульса и тем больше амплитуда подсвета, формируемого усилителем Z.

5. 2. 17. При помощи измерительного устройства производятся операции: нормализация и переключение входных компенсирующих напряжений; суммирование компенсирующих напряжений с напряжениями установки нуля; преобразование суммы напряжений в код;

формирование импульсов сброса и запуска всей системы цифровых измерений. Измерительное устройство содержит следующие основные узлы:

входной усилитель постоянного тока с автоматической коррекцией дрейфа нуля (микросхемы D1, A3, транзисторы V1, V2, V3, V4);

усилители компенсирующих напряжений для канала X (микросхема A2) и для канала Y (микросхема A1);

ключи вида измерения (реле K1, K2);

аналого-цифровой преобразователь (микросхемы D4...D12, D14, A4, A5, транзисторы V7...V15, V18, V19, V21, V22, V25...V33);

аналоговый сумматор (резисторы R15, R16, R17).

Измерительное устройство работает в циклическом режиме, производя преобразование входного напряжения с периодом 0,2—0,4 с. Периодичность работы определяется частотой импульсов автоколебательного мультивибратора, выполненного на транзисторах V28, V29. Времязадающими элементами являются резистор R52 и конденсатор C20. Мультивибратор формирует импульсы сброса длительностью 0,2—0,3 мс, снимаемые с коллектора транзистора V28. Передним фронтом импульсы сброса приводят АЦП в исходное состояние, в котором

ключи, выполненные на транзисторах V2, V5, V7, V9, разомкнуты, V4, V15 замкнуты, конденсатор C12 интегратора (микросхема A4) разряжен, триггер цикла (микросхема D6. 3, D4. 4) поддерживает напряжение на базовом резисторе транзистора V25 на уровне 0,3—0,5 В, закрывая мультивибратор импульсов

заполнения (транзисторы V25, V26, V27). Задним фронтом импульсы сброса опрокидывают триггер такта АЦП (микросхема D9. 1; D9. 2). Начинается первый такт измерения, во время которого опрокидывается триггер цикла и происходит заряд конденсатора C12 интегратора. Заряд производится через ключ, выполненный на транзисторе V5 при измерении напряжений и длительности

интервалов. Управление ключом производится от логического устройства (микросхемы D2, D3).

Длительность первого такта определяется временем заполнения счетчика (микросхемы D10, D11, D14) от мультивибратора импульсов заполнения, который начинает генерировать импульсы частотой f_0 с момента опрокидывания триггера цикла. При поступлении тысячного импульса на вход микросхемы D10 на выходе микросхемы D14 формируется отрицательный перепад напряжения, возвращающий триггер такта в исходное состояние. Зарядный ключ размыкается, но триггер цикла не изменяет своего состояния и мультивибратор заполнения продолжает генерировать импульсы. Длительность первого такта T_0 равна:

$$T_0 = 1000 \cdot \frac{1}{f_0}, \quad (5.9)$$

где f_0 — частота генерации импульсов заполнения.

Напряжение U_1 на выходе интегратора достигнет величины:

$$U_1 = \frac{U_x \cdot T_0}{R37 \cdot C12}, \quad (5.10)$$

где U_x — напряжение на выходе АЦП во время первого такта интегрирования.

После окончания первого такта измерения начинается второй такт, когда конденсатор интегратора разряжается до исходного состояния. Триггера полярности (микросхемы D4. 2; D5. 2; D6. 1; D6. 2), управляющие через логическое

устройство разрядными ключами (транзисторы V7, V9), устанавливаются в состоянии, определяемые компаратором (микросхема A5) в момент окончания первого такта интегрирования. При этом, если входное напряжение U_x имело положительную полярность, замыкается ключ, выполненный на транзисторе V9, а если напряжение U_x имело отрицательную полярность, замыкается ключ, выполненный на транзисторе V10. Второй такт продолжается до тех пор, пока конденсатор интегратора не разрядится до исходного состояния и компаратор A5 не изменит свое состояние. При этом оба триггера полярности переходят в одинаковое состояние и через микросхему D4, 3 возвратят триггер цикла в исходное состояние. В свою очередь, триггер цикла возвратит оба триггера полярности в исходное состояние, размыкая все ключи и прерывая генерацию мультивибратора счетных импульсов.

Время разряда интегратора t_x до исходного состояния равно

$$t_x = \frac{C_{12} \cdot R_{17} \cdot U_1}{U_0}, \quad (5. 11)$$

или с учетом выражений (9) и (10)

$$t_x = \frac{U_x \cdot 1000}{U_0 \cdot f_0}, \quad (5. 12)$$

где U_0 — величина разрядного напряжения.

Количество счетных импульсов N_x , поступивших с выхода мультивибратора за время t_x , равно

$$N_x = f_0 \cdot t_x + 1000 = \frac{U_x}{U_0} \cdot 1000 + 1000 \quad (5. 13)$$

После того, как триггер цикла возвратится в исходное состояние, начинается цикл коррекции дрейфа нуля усилителя интегратора A4. Ключи коррекции (транзисторы V15, V19) замыкаются, конденсатор C10 заряжается до напряжения, равного разности напряжений входов микросхемы A4.

При измерении частоты очередность включения транзисторов изменяется. Во время первого такта замыкается ключ, выполненный на транзисторе V9, а во время второго такта — ключ, выполненный на транзисторе V5. Управление ключами производится через логическое устройство (микросхемы D2, D3).

На микросхеме D5, 4, D7, 1 выполнен триггер индикации полярности; на микросхеме D12 выполнена схема индикации полярности, формирующая выход-

ной сигнал при $\frac{U_x}{U_0} \cdot 1000 \geq 2500$.

Компенсированные напряжения при измерении длительности интервалов времени и разности напряжений нормализуются при помощи усилителей, выполненных на микросхемах A1, A2, а при помощи реле K2, K3 подключаются к входам аналогового сумматора. Измеряемое напряжение постоянного тока усиливается при помощи усилителя, выполненного на микросхемах D1, 1; D1, 2; A1 и через реле K1 также подается на вход аналогового сумматора. Аналоговый сумматор выполнен на резисторах R15, R16, R17.

5. 2. 18. При помощи преобразователя сигналов производятся следующие операции:

формирование напряжения начальной установки;
подсчет и передача результата измерения.

Преобразователь сигналов содержит следующие основные узлы:

счетчик результата измерения (микросхемы D1, D3, D4, D6, D8, D9, D11, D13, D15, D17, D19);

счетчик промежуточной памяти (микросхемы D7, D10, D14, D16, D18);

цифроаналоговый преобразователь (микросхемы A1, A3, A4, A6, A7).

Счетчик результата измерения обеспечивает непосредственный отчет измеряемой величины на экране без введения поправочных коэффициентов при любых масштабах изображения по осям X и Y. При помощи микросхем D1, D3, D4, D6, D8, D9 производится установка коэффициента деления индикаторного счетчика (микросхемы D13, D15, D17, D19), обеспечивая номинальную емкость последнего 1000; 2000; 5000 единиц в зависимости от масштабов изображения и при номинальном результате преобразования АЦП 2500 единиц. Информация в счетчике обновляется с каждым новым циклом работы АЦП после поступления импульса «сброс». Подсчет производится в течение второго такта работы АЦП. При этом количество регистрируемых импульсов N_x' равно

$$N_x' = \frac{U_x}{U_0} \cdot 1000 \quad (5. 14)$$

Информация индикаторного счетчика строится и выводится распределительным устройством (микросхемы D19, D20...D27) для дальнейшей обработки.

Счетчик промежуточной памяти и цифроаналоговый преобразователь формирует напряжение начальной установки, соответствующее координате, первой точке отсчета, при всех видах измерений. Формирование напряжения начальной установки начинается при замыкании контактов кнопки S10 («УСТ. 0»), установленной на передней панели прибора. Первый же импульс сброса, поступающий через контакты кнопки, устанавливает триггер установки D5 в состояние «1», разрешая прохождение импульсов сброса в промежуточный счетчик памяти и пропуская импульсы заполнения с выхода измерительного устройства. Все время, пока контакты кнопки находятся в замкнутом состоянии, результаты каждого цикла измерения, соответствующие второму такту работы АЦП, заносятся в промежуточную память, на выходе ЦАП формируется напряжение, равное по величине преобразуемому напряжению U_x , но противоположное по знаку. Это напряжение поступает на второй вход аналогового сумматора измерительного устройства. При размыкании контактов кнопки S10 задним фронтом первого же импульса цикла триггер установки возвращается в исходное состояние. Сброс и прохождение импульсов заполнения счетчика памяти прекращаются. Однако в памяти остается результат последнего преобразования АЦП, а на выходе ЦАП остается напряжение, равное минус U_x . Таким образом, напряжение на выходе аналогового сумматора измерительного устройства становится равно нулю.

5. 2. 19. Электронно-лучевая трубка типа 15ЛО1И, примененная в осциллографе в качестве индикатора, имеет следующие характеристики:

рабочая часть экрана — 80×100 мм;

чувствительность по вертикали — 3,0 мм/В;

чувствительность по горизонтали — 1,0 мм/В;

толщина линии луча — не более 0,5 мм;

емкость сигнально отклоняющих пластин — 8 пФ;

емкость временных отклоняющих пластин — 9 пФ;

емкость катод — все электроды — 10 пФ;

емкость модулятор — все электроды — 12 пФ;

запирающее напряжение модулятора — минус 75 В;

напряжение I (фокусирующий) анода — 1200 В;

напряжение II анода — 0;

напряжение II (астигматизм) — регулируемое от минус 60 до +100 В;

напряжение IV анода — 9 кВ;

напряжение катода — минус 3 кВ.

С внутренней стороны экрана ЭЛТ нанесена шкала, обеспечивающая беспараллаксный отсчет размеров изображения исследуемого сигнала.

Питание электродов ЭЛТ происходит от высоковольтного преобразователя, представляющего собой законченный функциональный узел.

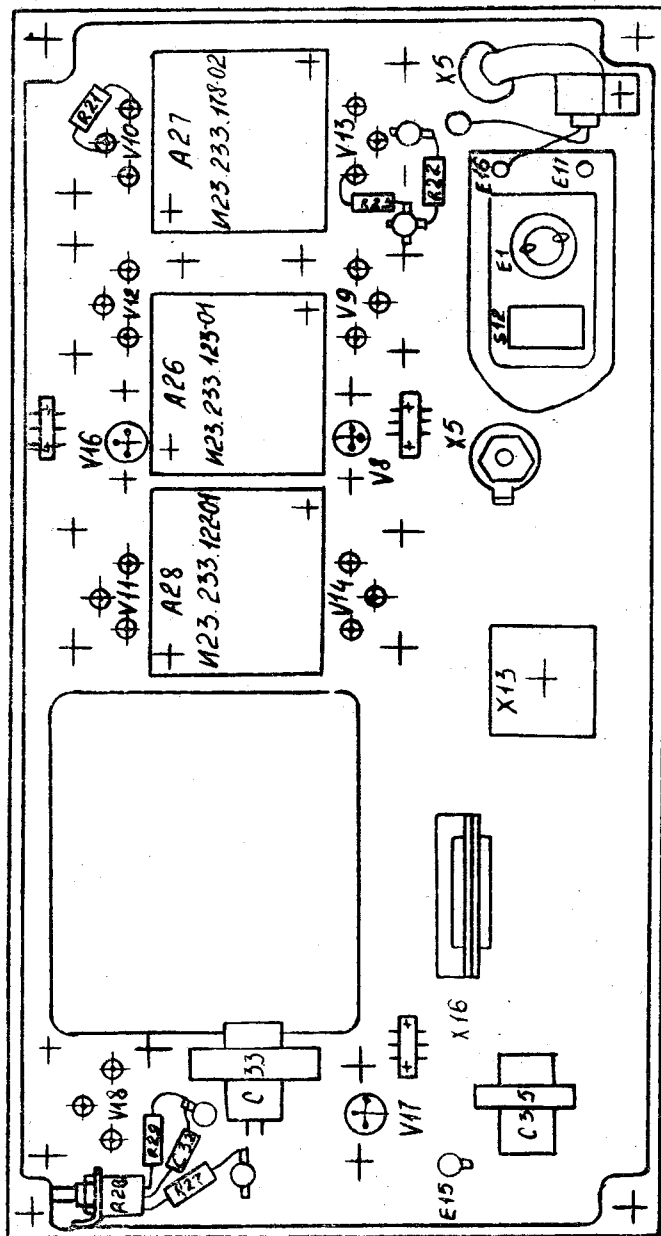


Рис. 5

Выпрямитель минус 2900 В выполнен на диоде Д1 (атд3.215.006-01 Э3) по однополупериодной схеме. Выпрямленное напряжение фильтруется сначала емкостным фильтром — конденсаторы С5, С6 (атд3.215.006-01 Э3), а затем RC-фильтром — конденсаторы С2—С4, резистор R13 (атд3.215.006-01 Э3).

Выпрямитель +9000 В выполнен по однополупериодной схеме с умножением напряжения в 5 раз на диодах Д1—Д5 и конденсаторах С1—С5 (атд3.215.004 Э3). Умноженное напряжение фильтруется RC-фильтром — резистор R1, конденсатор С6 (атд3.215.004 Э3).

Напряжение минус 3030 В получается путем суммирования напряжения минус 2900 В и напряжения вольтодобавки, получаемое с помощью выпрямителя атд3.215.003-01.

Потенциометром R1 (И23.211.045 Э3) можно регулировать напряжение минус 3030 В в пределах от 2900 В до 3100 В.

Изолированные стабилизаторы +12 В (а), минус 12 В (а), +5 В (а) размещены на плате И23.233.196.

В стабилизаторе +12 В (а) транзистор V2 — регулирующий, транзистор матрицы А4. 1 — составной, транзисторы матрицы А4. 2, А4. 4 — дифференциальный усилитель, транзистор матрицы А4. 3 — защитный. Опорное напряжение стабилизатора снимается со стабилитрона V5. Конденсаторы С5, С8, С11 устраняют условия самовозбуждения стабилизатора.

Напряжение подпитки стабилизатора снимается со стабилитрона V1.

Выходное напряжение стабилизатора можно регулировать в пределах 11—13 В потенциометром R21.

Стабилизатор минус 12 В (а) выполнен на транзисторе V3 и транзисторах матрицы А5.

Стабилизатор +5 В (а) выполнен на транзисторе V4 и транзисторах матрицы А6.

Напряжением подпитки стабилизаторов минус 12 В (а) и +5 В (а) служит напряжение +12 В (а), их подрегулировку можно осуществить потенциометрами R24, R27 соответственно.

5. 3. Конструкция осциллографа

Осциллограф выполнен в малогабаритном корпусе горизонтального типа настольного исполнения. Основу каркаса корпуса составляют две несущие рамы, передняя и задняя, соединенные между собой двумя боковыми стяжками. Спереди и сзади к рамам крепятся соответственно передняя плоская панель и задняя ребристая панель-радиатор. Сверху, снизу и с боков прибор закрывается двумя легкосъемными П-образными крышками, которые крепятся к боковым стяжкам специальными замками. Для установки осциллографа в горизонтальное или вертикальное положение служат соответственно четыре амортизатора и четыре ножки. Первые крепятся к нижней крышке прибора, вторые — к задней раме вместе с соответствующей панелью. Для переноса прибора служат специальные П-образная ручка, прикрепленная к боковым стяжкам корпуса. Ручка переноса может поворачиваться с фиксацией положений через 45°, что обеспечивает возможность использования ее в качестве фиксированной опоры при установке прибора в наклонное положение. Для поворота ручки переноса необходимо одновременно с двух сторон нажать по направлению к корпусу на фиксаторы ручки, повернуть ее в нужное положение и отпустить, зафиксировав тем самым ручку в новом положении.

Конструктивно прибор представляет собой базовый блок и ряд сочленяющихся с ним функционально законченных узлов и блоков.

Органы управления, коммутации и подсоединения выведены на переднюю и заднюю панели прибора, объединены в функциональные группы и снабжены соответствующими надписями или символами (приложение 1, рис. 1, 5).

ЭЛТ расположена в левой верхней части прибора и заключена в магнитный экран из пермаллоя. Спереди к экрану крепится каркас с системой подсвета шкалы ЭЛТ. В магнитном экране ЭЛТ установлены отклоняющие катушки L1, L2 и хомут для крепления ЭЛТ (приложение 1, рис. 3).

Блок вертикального отклонения A2 размещен в левой нижней части прибора под ЭЛТ. Конструкция блока вертикального отклонения, расположение его функциональных узлов и других элементов схемы приведены на рис. 7, 8, 9 приложения 1. Электрически блок вертикального отклонения сочленяется с базовым при помощи разъема и разъемных соединителей типа «штырь-контакт».

Блок высоковольтного преобразователя напряжения A29 расположен сзади в левой нижней части прибора под ЭЛТ. Питание на высоковольтный преобразователь подается при помощи разъема. Вывод высоких напряжений осуществлен отдельными проводами. Конструкция блока высоковольтного преобразователя напряжения, расположение его основных элементов приведены на рис. 10 приложения 1.

Элементы схемы блока питания осциллографа размещены в задней части прибора. На задней ребристой панели-радиаторе (приложение 1, рис. 5) установлены силовые регулирующие транзисторы V8—V14, V17, V18, платы стабилизаторов A26, A27, A28, разъем для подключения кабеля питания X14, держатель предохранителя с предохранителем F1, тумблер переключения напряжения сети S12 и другие элементы схемы и конструкции.

Для переключения напряжения сети необходимо снять предохранительную скобу, переключить тумблер в требуемое положение и зафиксировать его скобой.

На задней поперечной стенке прибора (приложение 1, рис. 6) установлены платы выпрямителей A24, платы стабилизатора A25, усилителей A13, фильтра A9. Последняя плата залита прозрачным изоляционным компаундом. Кроме того, на этой же стенке установлены крупногабаритные электролитические конденсаторы фильтров питания и ряд других элементов.

Силовой трансформатор блока питания осциллографа T1 расположен в правой верхней части прибора между задней и средней поперечными стенками и заключен в магнитный экран (приложение 1, рис. 3).

Выходные усилители X (A10) и Y (A4) расположены в задней части прибора соответственно над ЭЛТ и слева от ЭЛТ (приложение 1, рис. 3). С помощью разъемных соединителей типа «штырь-контакт» указанные усилители подключаются к выводам отклоняющих пластин ЭЛТ. Плата усилителя X выполнена откидной.

Линия задержки E1 (приложение 1, рис. 3) укреплена на шасси в пространстве между блоком высоковольтного преобразователя напряжения и ЭЛТ. Выводы линии задержки подключаются к блоку вертикального отклонения и выходному усилителю Y с помощью разъемных соединителей типа «штырь-контакт», при этом линии задержки крепятся к средней поперечной стенке и левой боковой стяжке прибора в непосредственной близости от точек подключения.

Схема расположения установочных элементов и печатных плат в приборе С1-98 (вид снизу)

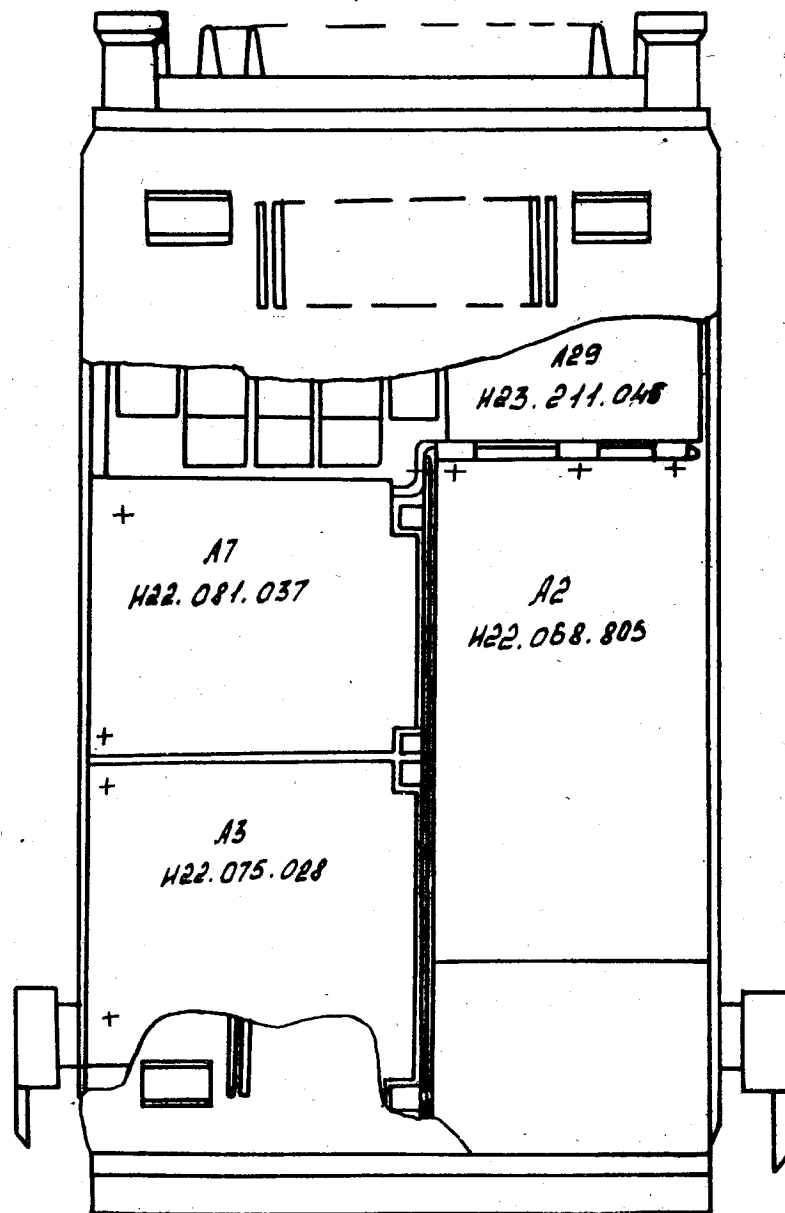


Рис. 4

Схема расположения установочных элементов и печатных плат в приборе С1-98
(вид сверху)

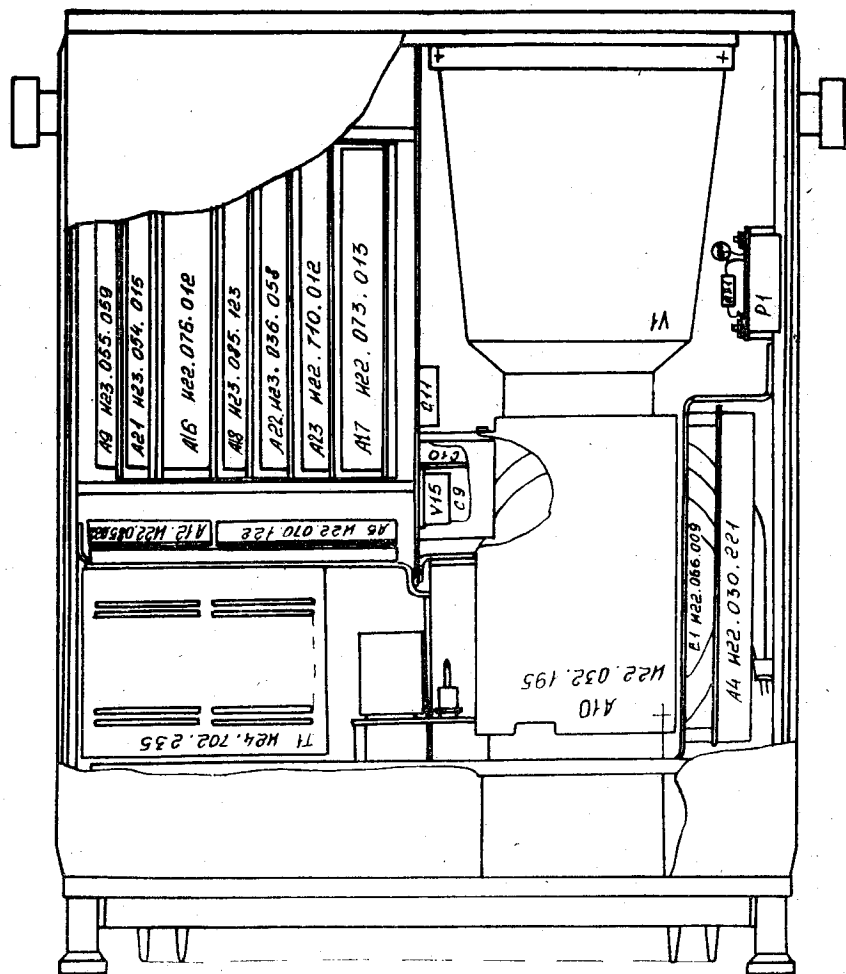


Рис. 3

Справа от ЭЛТ установлены платы автоматики X A17, измерительного устройства A23, преобразователя сигналов A22, устройства выбора знаков A18, автоматики Y A16, генератора знаков A21 и устройства управления A19 (приложение 1, рис. 3). Электрическое соединение перечисленных плат с базовым блоком осциллографа осуществляется с помощью разъемов, ответные части которых установлены на коммутационной плате.

Платы автоматики Z A5 и калибратора A12 установлены справа от ЭЛТ на средней поперечной стенке (приложение 1, рис. 3). Электрически плата автоматики Z соединена с остальной схемой прибора при помощи разъема.

Генератор развертки A7 и устройство синхронизации A3, выполненные на платах печатного монтажа, установлены в правой нижней части осциллографа под коммутационной платой (приложение 1, рис. 4). Платы генератора развертки и устройства синхронизации могут поворачиваться на шарнирах, установленных на продольной вертикальной стенке прибора.

Ряд крупногабаритных элементов схемы установлен на продольной вертикальной стенке прибора, внутренней поверхности задней панели. Малогабаритные схемные элементы расплаиваются на монтажных стойках и платах или на жестких выводах других элементов (приложение 1, рис. 2, 3, 5, 6).

6. МАРКИРОВАНИЕ, ПЛОМБИРОВАНИЕ И УПАКОВКА

Осциллограф со всеми принадлежностями упаковывается и маркируется в соответствии с комплектом конструкторской документации.

Все снятые или придаваемые к осциллографу части и сам осциллограф должны быть опломбированы ОТК завода-изготовителя.

Укладочный ящик должен иметь маркировку, указывающую тип осциллографа, заводской номер, массу осциллографа в упаковке и дату изготовления.

Укладочный ящик с упакованным осциллографом должен быть опломбирован ОТК завода-изготовителя.

Передняя панель прибора С1-98

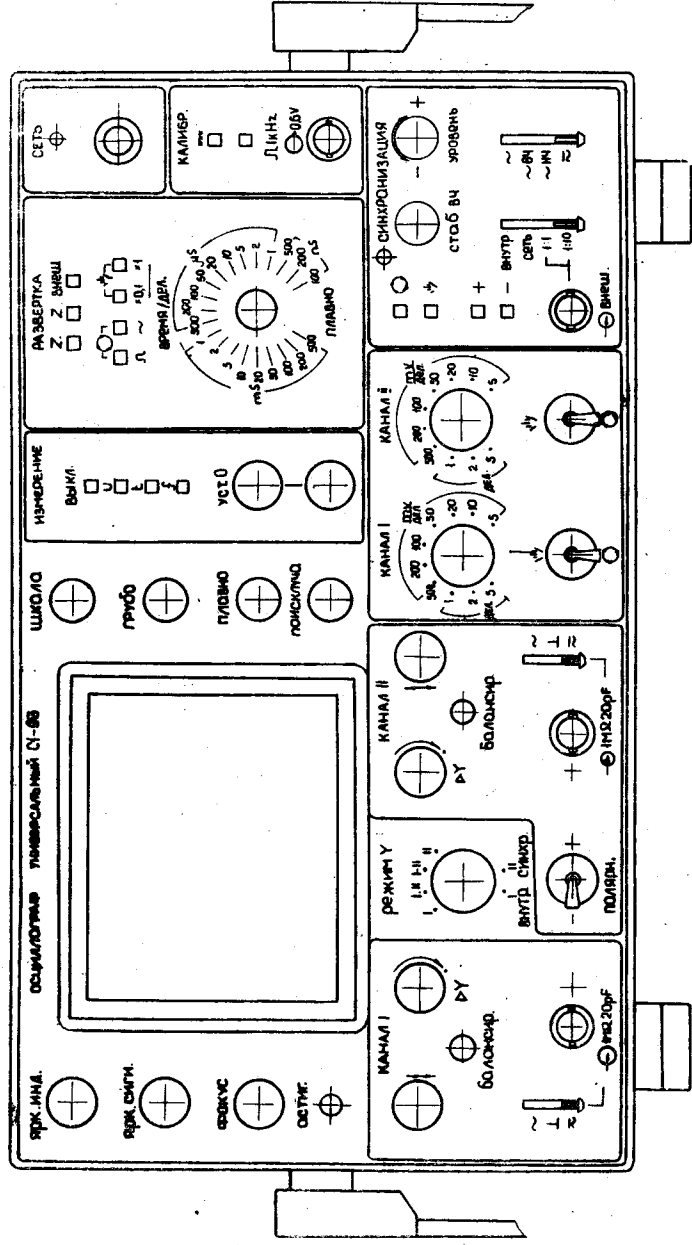


Рис. 1

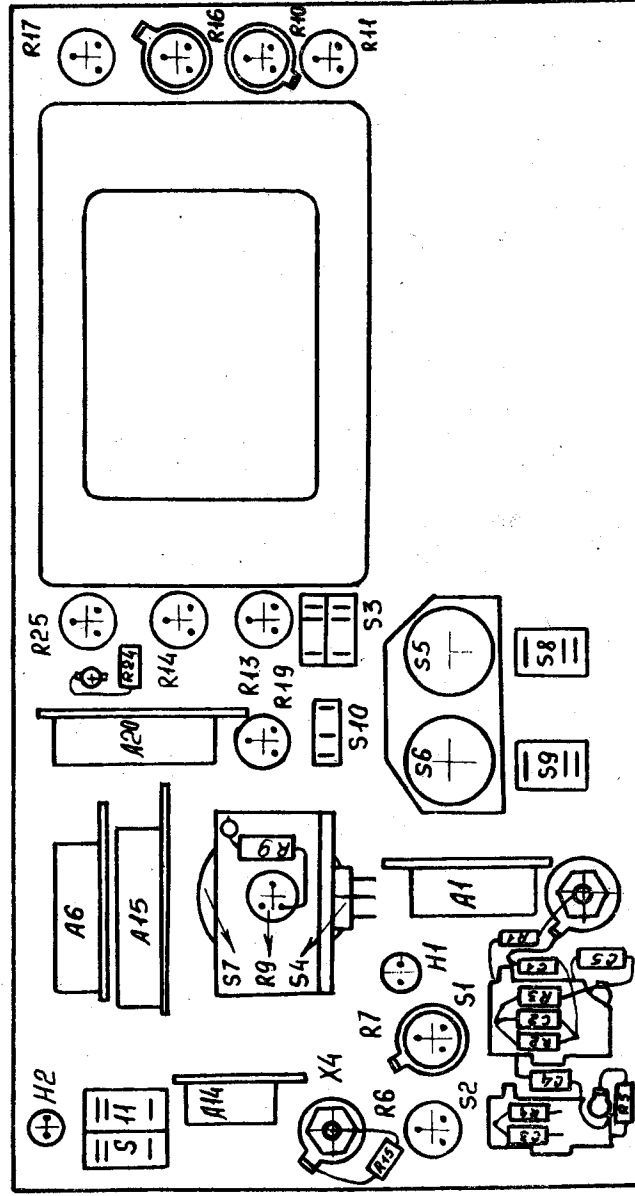

Схема расположения установочных элементов на передней панели прибора С1-98
(вид сзади)

Рис. 2

Все перепайки в осциллографе делать только при выключенном приборе СЕТЬ.

Включенное состояние осциллографа индицируется сигнальной лампочкой, расположенной возле тумблера СЕТЬ.

В осциллографе имеются напряжения, опасные для жизни места, находящиеся под высоким потенциалом, обозначены символом «», предупреждающем об опасности.

После каждого включения перед проведением регулировочных работ необходимо разрядить разделительные конденсаторы и высоковольтный вывод анода ЭЛТ, т. к. напряжение на них сохраняется и после выключения осциллографа. Разряд, снятие остаточных зарядов производить путем многократного соединения их с шасси при помощи проводника с изолированным держателем.

При хранении и транспортировании осциллографа применение специальных мер безопасности не требуется.

3. ПОДГОТОВКА К РАБОТЕ


3. 1. Установка осциллографа на рабочем месте

Перед установкой осциллографа на рабочее место его следует протереть сухой чистой ветошью.

Для удобства работы с осциллографом ручка переноса, закрепленная на боковых стяжках, используется как подставка. Для установки ручки переноса необходимо в местах крепления одновременно нажать на нее, повернуть и отпустить, зафиксировав под нужным углом.

Во время работы осциллограф должен быть установлен так, чтобы обеспечивалась свободная вентиляция. Вентиляционные отверстия кожуха не должны быть закрыты посторонними предметами или листами бумаги. Помните, что осциллограф может питаться от сети напряжением 220 В частотой (50—60) Гц и 400 Гц, или от сети напряжением 115 В частотой 400 Гц.

Для обеспечения безопасности обслуживающего персонала перед включением осциллографа следует убедиться в правильности подсоединения шнура питания, наличии и соответствии предохранителя на задней стенке, проверить положение тумблера напряжения сети.

Перед подключением осциллографа к питающей сети необходимо клемму «» соединить с шиной заземления.

3. 2. Описание органов управления

Органы управления, коммутации и подсоединения расположены на передней и задней панелях прибора, снабжены соответствующими надписями и сгруппированы в следующие функциональные группы:

- органы управления ЭЛТ;
- органы управления тракта вертикального отклонения;
- органы управления тракта горизонтального отклонения;
- органы управления синхронизации;
- органы управления калибратором;
- органы управления системы цифровых измерений;
- органы управления электропитания;
- вспомогательные органы управления.

Назначение этих органов приведено в табл. 1.

Схема расположения установочных элементов и печатных плат на задней поперечной стенке

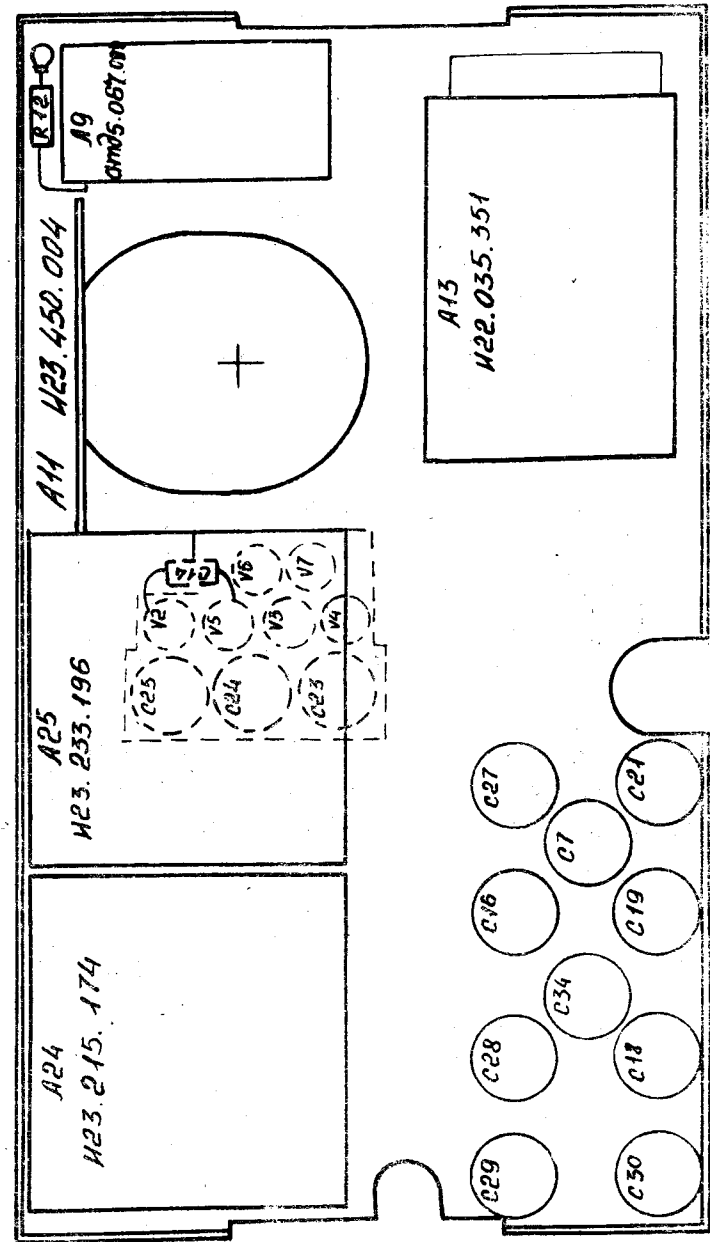


Рис. 6

Схема расположения установочных и навесных элементов на передней панели блока вертикального отклонения И22.068.805 (вид сзади)

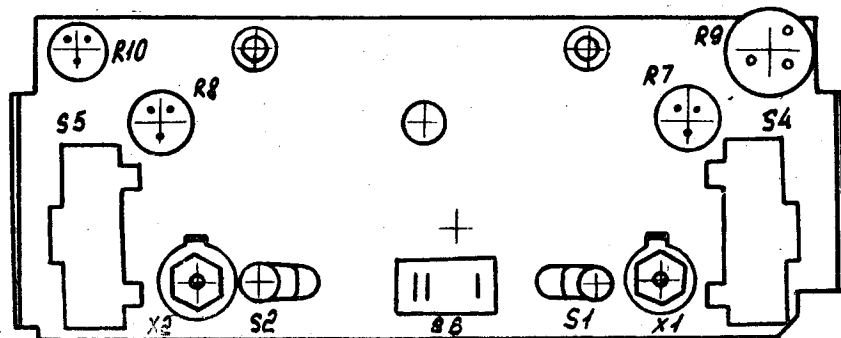


Рис. 7

1. ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

При большой разности температур в складских и рабочих помещениях полученный со склада осциллограф выдерживается не менее двух часов в нормальных условиях в упаковке.

После длительного хранения в условиях повышенной влажности осциллограф перед включением выдерживается в нормальных условиях в течение 12 ч. При расконсервации проверяется комплектность в соответствии с формуляром.

Перед установкой осциллографа на рабочее место следует снять защитную смазку и протереть прибор чистой сухой ветошью.

С вилок, розеток и разъемов, шнуров питания и кабелей снять промасленную бумагу.

Путем внешнего осмотра убедитесь в отсутствии дефектов и поломок по причине некачественной упаковки или неправильного транспортирования.

Соблюдайте условия эксплуатации осциллографа, изложенные в разделе 2 «Технического описания и инструкции по эксплуатации. Часть 1. И22.048.006 ТО».

Сделайте отметку в формуляре о начале эксплуатации.

До включения осциллографа ознакомьтесь с разделами 2 и 3 настоящего описания.

2. УКАЗАНИЕ МЕР БЕЗОПАСНОСТИ

По способу защиты от поражения электрическим током осциллограф относится к классу 01 ГОСТ 12.2.007.0—75.

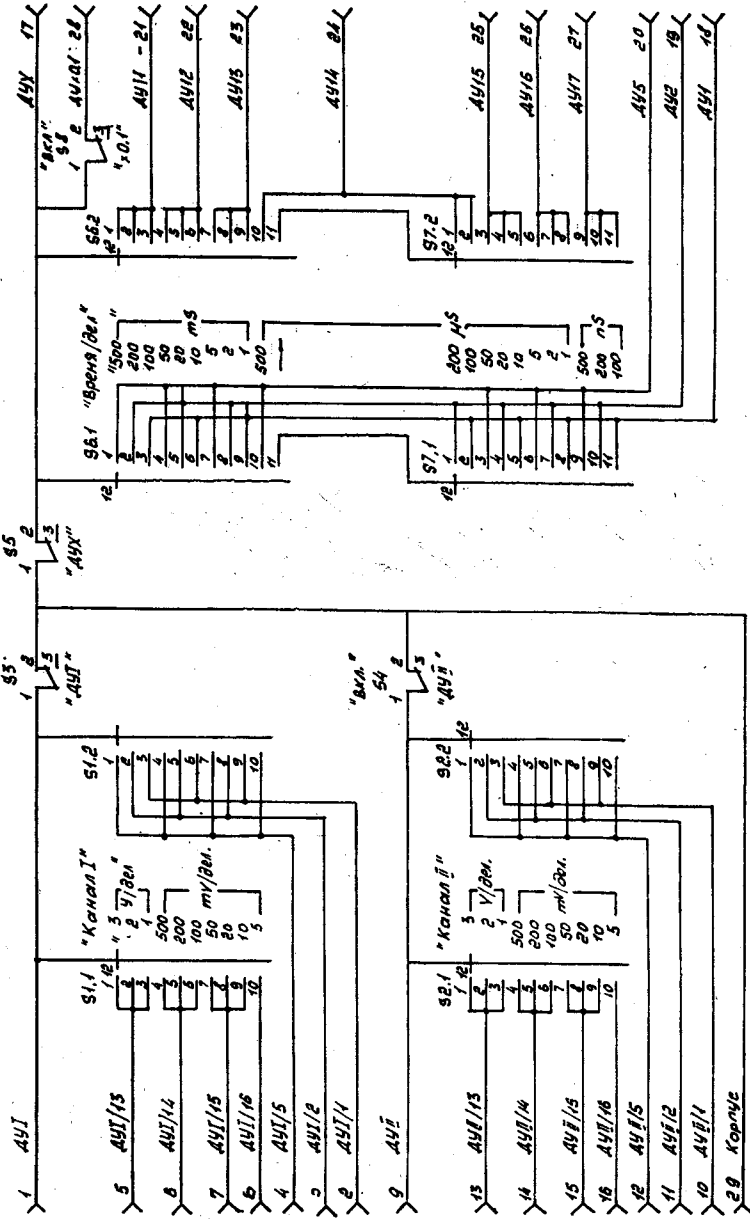
При установке осциллографа на месте эксплуатации и работе с ним, а также при периодической проверке обязательно присоединяйте зажим защитного заземления « \perp », расположенный на задней панели, а отсоединяйте после всех отключений.

ВНИМАНИЕ! Закончив работу с прибором — отключи шнур питания от сети.

ВНИМАНИЕ! Закончив работу с прибором — отключи шнур питания от сети.

При подготовке к работе с осциллографом необходимо ознакомиться с техническим описанием и инструкцией по эксплуатации. При устранении неисправностей и ремонте блока питания, а также при замене вставок плавких отключайте шнур питания от сети.

Схема пункта дистанционного управления



Б1, Б2, Б3, Б4 - переключатель ПЗМ-ПТ 0100.350.041ТУ
 Б5, Б6, Б7, Б8 - микромультиплекс ИТ41 0100.350.067ТУ
 Х1 - розетка РС50 180.364.041 ТУ

Схема расположения печатных плат и навесных элементов в блоке вертикального отклонения И22.068.805 (вид снизу)

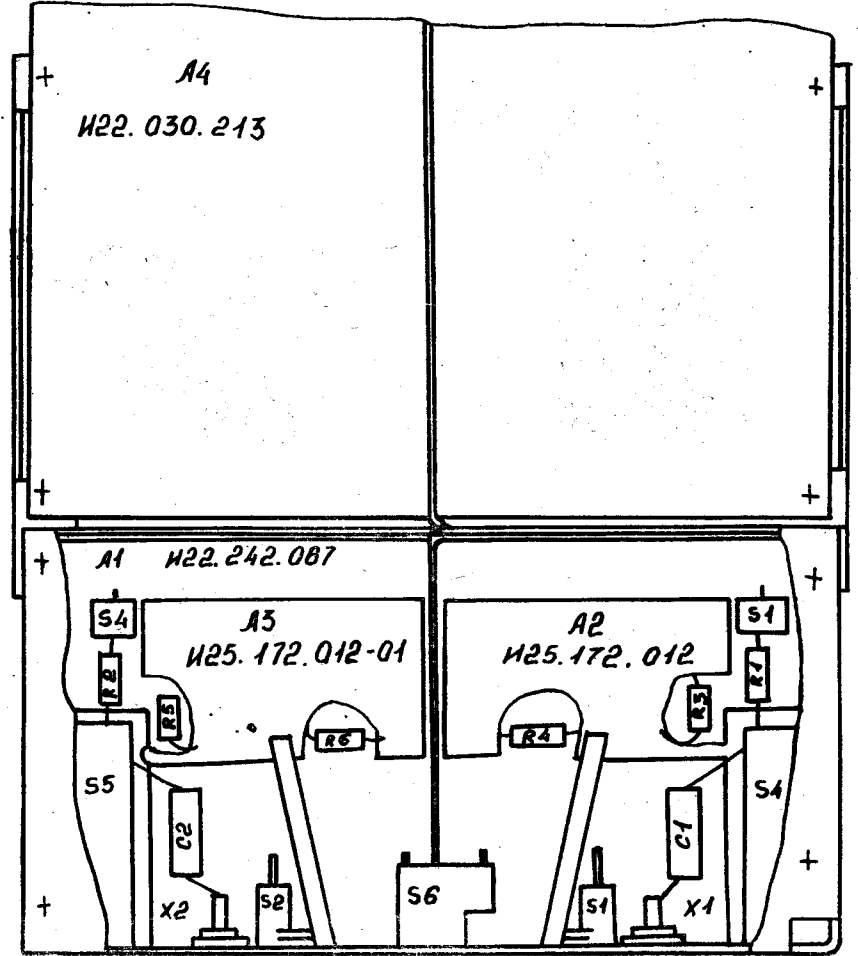


Рис. 8

Схема расположения установочных и навесных элементов в блоке вертикального отклонения И22.068.805 (вид сверху)

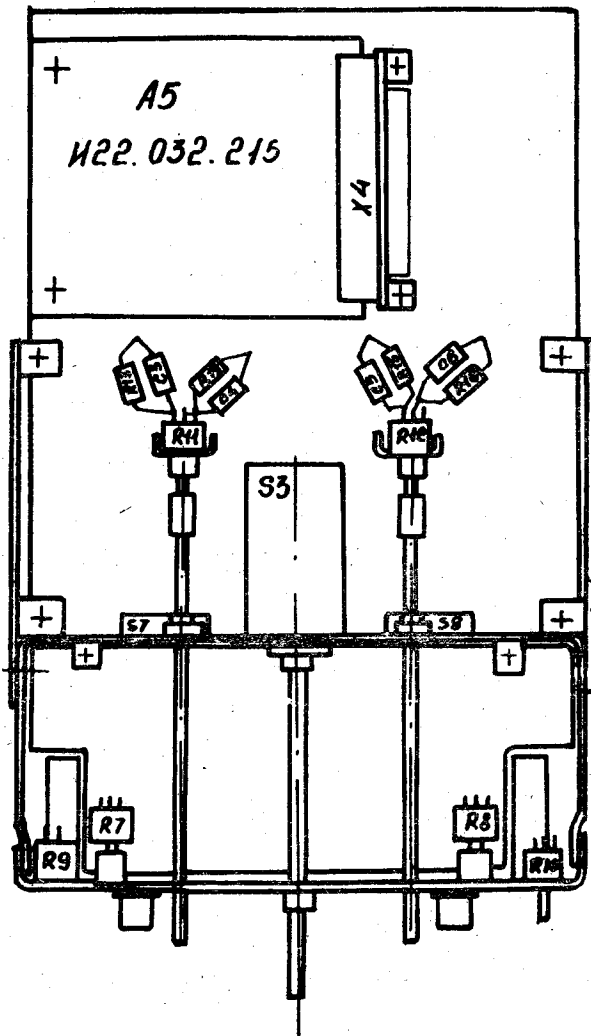


Рис. 9

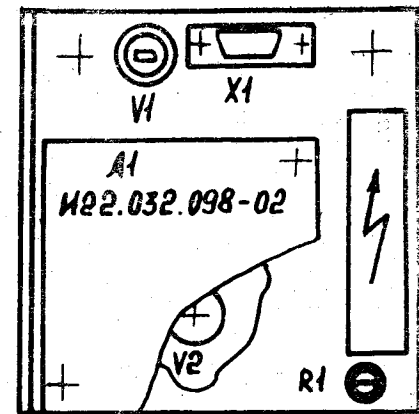


Схема расположения установочных элементов и печатных плат в высоковольтном преобразователе И23.211.045 (вид снизу)

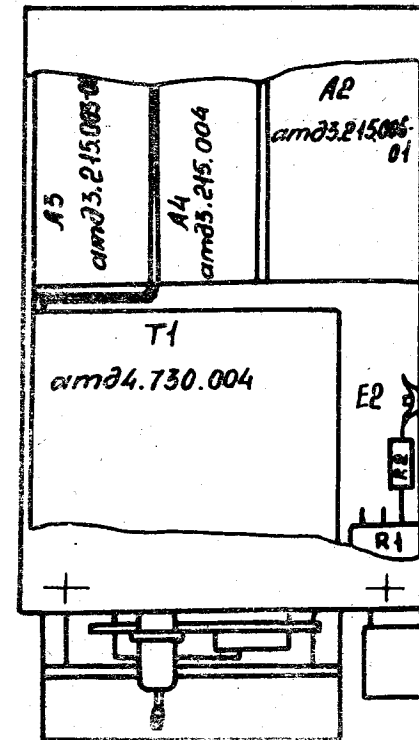


Рис. 10

подать на вход « $\text{1M}\Omega\text{20pF}$ » исследуемый сигнал;

установить переключатель входа в положение « \sim » (для НЧ сигналов необходимо использовать положение « \approx »).

После выполнения указанных операций на экране должно появиться устойчивое изображение исследуемого сигнала. Желательно, чтобы размер исследуемого сигнала по вертикали был равен не менее 4 дел. Если размер сигнала значительно меньше, то необходимо перейти на ручной режим выбора коэффициента отклонения и установить такое значение, чтобы размер сигнала по вертикали был равен 4—8 дел.

Если исследуемый сигнал имеет частоту менее 200 Гц, то выбор коэффициента отклонения, коэффициента развертки и синхронизация производятся вручную.

После получения устойчивого изображения сигнала на экране можно приступить к проведению собственно измерений. Для этого необходимо:

с помощью ручки « \updownarrow » установить изображение сигнала по вертикали

так, чтобы минимальный уровень изображения сигнала совпал с одной из нижних горизонтальных линий шкалы ЭЛТ, а максимальный находился в пределах рабочей части экрана;

с помощью ручки « \leftarrow ГРУБО \rightarrow » изображение сигнала необходимо установить так, чтобы максимальная точка изображения сигнала находилась на центральной вертикальной линии шкалы ЭЛТ (рис. 1);

Измерение полного размаха исследуемого сигнала

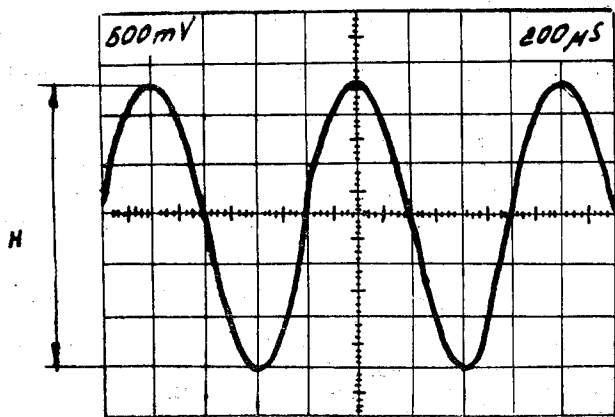




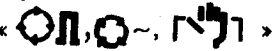







Рис. 1

измерить по шкале ЭЛТ величину размаха сигнала H в делениях. Для получения фактической величины размаха сигнала необходимо перемножить величину коэффициента отклонения, считанную с верхнего левого угла экрана (коэффициент отклонения канала II выписывается в центре экрана), на размах сигнала по вертикали.

Органы управления, коммутации, подсоединения	Назначение
ручка ЯРК. ИНД.	регулировка яркости изображения знаков индикации
ручка ЯРК. СИГН.	регулировка яркости изображения сигнала
ручка ФОКУС	регулировка фокусировки (четкости) изображения
ось АСТИГ.	регулировка астигматизма изображения
ручка ШКАЛА	регулировка освещения линий шкалы на экране ЭЛТ
ручки « \updownarrow »	перемещение лучей каналов I и II по вертикали
ручки « $\swarrow \searrow$ »	плавная регулировка коэффициента отклонения каналов I и II
ось БАЛАНСИР.	балансировка каналов I и II
переключатели « \sim , \perp , \approx »	коммутация входов каналов I и II; в положении « \sim » исследуемый сигнал поступает на вход канала через разделительный конденсатор (закрытый вход), в положении « \perp » вход усилителя отключается от источника сигнала и подключается к корпусу прибора, в положении « \approx » исследуемый сигнал поступает на вход усилителя с постоянной составляющей (открытый вход)
гнезда « \perp $1\text{M}\Omega\text{20pF}$ »	высокочастотные входы каналов I и II; рядом с высокочастотными входами каналов I и II находятся толкатели, используемые при работе с выносными делителями. Фланец выносного делителя нажимает на толкатель, чем обеспечивается автоматический учет включения выносного делителя в индицируемый коэффициент отклонения
тумблер «ПОЛЯРН., +, —»	инвертирование исследуемого сигнала в канале II; в положении «+» фаза сигнала не меняется, в положении «—» фаза сигнала изменяется на 180°
переключатель «РЕЖИМ Y, I, I II, I+II, II»	выбор режимов работы тракта вертикального отклонения; в положении «I» на экране ЭЛТ наблюдается изображение сигнала, поданного на вход канала I; в положении «I, II» на экране ЭЛТ наблюдается изображение сигналов, поданных на входы обоих каналов; в положении «I±II» на экране наблюдается алгебраическая сумма сигналов, поданных на входы каналов I и II; в положении «II» на экране наблюдается изображение сигнала, поданного на вход канала II
переключатель «ВНУТР. СИНХР. I, II»	в положении «I» сигнал из канала I поступает на усилитель внутренней синхронизации; в положении «II» сигнал из канала II поступает на усилитель внутренней синхронизации

Органы управления, коммутации, подсоединения	Назначение
переключатели «КАНАЛ I», «КАНАЛ II»	ручной выбор коэффициента отклонения в каналах I и II
тумблеры 	<p>выбор режима работы каналов I и II; в положении  осуществляется автоматический выбор коэффициента отклонения; в положении  осуществляется ручной выбор коэффициента отклонения</p>
переключатель «Z., Z., ВНЕШ.»	<p>выбор режима работы тракта горизонтального отклонения; в положении «Z» обеспечивается автоколебательный режим работы генератора развертки; в положении «Z.» обеспечивается ждущий режим работы генератора развертки; в положении «ВНЕШ.» генератор развертки отключается, а на вход усилителя горизонтального отклонения поступает сигнал от усилителя внутренней синхронизации, питающей сети или со входа  «ВНЕШ.»</p>
переключатель  ×0,1 ×1	<p>выбор режима работы развертки; в положении  коэффициент развертки автоматически выбирается так, чтобы размер по горизонтали одного исследуемого импульса на экране ЭЛТ был не меньше 2 и не больше 8 дел;</p>
переключатель «ВРЕМЯ/ДЕЛ.» ручка ПЛАВНО ручки <  ПЛАВНО> и <  ГРУБО>	<p>в положении  коэффициент развертки автоматически выбирается так, чтобы размер по горизонтали одного периода исследуемого сигнала на экране ЭЛТ был не менее 2 и не более 8 дел;</p> <p>в положениях  осуществляется ручной выбор коэффициента развертки, причем в положении «×0,1» значение коэффициента развертки, установленное переключателем «ВРЕМЯ/ДЕЛ.», уменьшается в 10 раз с одновременным изменением индицируемого значения коэффициента развертки</p> <p>ручной выбор коэффициента развертки</p> <p>плавная регулировка коэффициента развертки</p> <p>регулировка перемещения луча по горизонтали</p>


В момент вывода ручки из фиксированного положения перед цифрой коэффициента отклонения на экране должен выписываться знак «>».

4. 2. 3. Для калибровки коэффициента развертки необходимо проверить укладку 10 периодов калибровочных импульсов в 10 делениях шкалы (положение органов управления должно быть таким же, как в п. 4. 2. 2).

В случае несоответствия необходимо произвести подрегулировку калибровочного резистора, выведенного на верхнюю крышку прибора под шлиц ($\times 1 \nabla$).


Затем включить переключатель «×0,1», коэффициент развертки снова установить равным 1 мс/дел и произвести калибровку развертки при включенной растяжке. 10 периодов калибровочных импульсов должны укладываться в 10-ти делениях шкалы. Проверка производится в начале, середине и конце линии развертки.

В случае несоответствия необходимо провести подрегулировку резистора $\nabla \times 0,1$, выведенного на верхнюю крышку прибора под шлиц так, чтобы величина погрешности на 10 делениях в начале, середине и конце линии развертки не превышала $\pm 1\%$.

По окончании калибровки необходимо установить переключатель режима развертки в положение  «×1», а коэффициент развертки равным 200 мкс/дел.

Для проверки возможности плавной регулировки коэффициента развертки необходимо повернуть ручку ПЛАВНО против часовой стрелки до упора. При этом горизонтальный размер одного периода калибровочного импульса должен быть не более 2 дел.

В момент вывода ручки из калиброванного положения перед цифрой коэффициента развертки на экране должен выписываться знак «>».

4. 2. 4. Для компенсации выносных делителей каждый из них необходимо подключить ко входу  «1M_Q20pF», а на вход делителя подать импульсы калибратора.

Коэффициент отклонения по знаковой индикации установите равным 100 мВ/дел.




Емкость переменного конденсатора в делителе необходимо подрегулировать так, чтобы форма импульсов на экране была наиболее близкой к прямоугольной.

Если размер изображения импульсов на экране не равен 6 дел, установите его соответствующим регулировочным потенциометром (« ∇ I» или « ∇ II»).

4. 3. Проведение измерений

4. 3. 1. При проведении измерений с помощью осциллографа используется метод отсчета по калиброванной шкале ЭЛТ, а также система цифровых измерений, которая позволяет повысить точность проводимых измерений. Ниже приводятся типичные примеры различных измерений, которые могут быть выполнены с помощью осциллографа.



4. 3. 2. Для измерения переменного напряжения необходимо выполнить следующие операции:

установить переключатель режима работы канала I (или II) в положение , переключатель режима развертки — в положение , переключатель режима синхронизации — в положение , переключатель выбора источника синхронизации — в положение ВНУТР., а ручки плавного изменения коэффициента отклонения и коэффициента развертки — в крайнее правое фиксированное положение;

4. 1. 2. Убедитесь в наличии предохранителя на задней стенке прибора и его соответствии току и установите тумблер «220 В, 50 Hz, 400 Hz, 115 В, 400 Hz» в положение, соответствующее номиналу питающей сети.

4. 1. 3. Включите вилку шнура питания осциллографа в колодку питающей сети и включите тумблер СЕТЬ. При этом загорается лампочка, сигнализирующая о включении осциллографа.


Примерно через минуту после включения осциллографа ручки ЯРК. СИГН. и ЯРК. ИНД. поверните по часовой стрелке до появления луча на экране ЭЛТ. Установите яркость линий развертки и знаков индикации, удобную для наблюдения.

Ручками « ГРУБО» и «» обоих каналов установите линии луча в середине экрана.

Ручкой ФОКУС установите оптимальную фокусировку луча.

Для проверки правильности установки резистора регулировки астигматизма АСТИГ. необходимо при средней яркости изображения, медленно вращая ручку ФОКУС, найти положение наилучшей фокусировки линии развертки и символов индикации. Если такая фокусировка получается при различных положениях ручки ФОКУС, то, изменяя положения резистора регулировки астигматизма, необходимо найти такое положение, при котором линии развертки и символы индикации одинаково хорошо фокусируются в одном и том же положении ручки ФОКУС.


ВНИМАНИЕ! Гарантированные точности измерения обеспечиваются после времени установления рабочего режима равного 15 мин.





4. 1. 4. После прогрева необходимо провести балансировку усилителей обоих каналов вертикального отклонения. Для балансировки необходимо установить переключатель «V/ДЕЛ» соответствующего канала в положение «50 mV/ДЕЛ» и ручкой «» этого же канала установить линию развертки в центре экрана.


Перевести переключатель «V/ДЕЛ» в положение «20 mV/ДЕЛ» и регулировкой БАЛАНСИР. установить линию развертки в центре экрана. Повторять операции до тех пор, пока смещение линии развертки по вертикали будет не более 1 деления.









4. 2. Подстройка и калибровка

4. 2. 1. При регулировке яркости возможно нарушение фокусировки изображения. В этом случае необходима подстройка ее при помощи ручки ФОКУС. Во избежание прожога люминофора экрана ЭЛТ не рекомендуется устанавливать чрезмерную яркость изображения.

4. 2. 2. Для калибровки обоих каналов вертикального отклонения необходимо соединить вход « 1M Ω 20pF» соответствующего канала кабелем И24.850.088 с выходом калибратора.

Установить коэффициент отклонения равным 100 мВ/дел, коэффициент развертки — 1 мс/дел, а переключатель входа проверяемого канала I в положение «». Ручка «» должна находиться в крайнем правом фиксированном положении. При этом размер изображения на экране, измеренный по вертикальной оси при симметричном расположении относительно центра, должен быть равен 6 делениям. В случае несоответствия проводится подрегулировка калибровочных резисторов канала I и канала II, выведенных под шлиц на нижней крышке прибора (« I» и « II»).

Для проверки возможностей плавной регулировки коэффициента отклонения необходимо повернуть ручку «» против часовой стрелки до упора. При этом размер изображения импульсов по вертикали должен быть не более 2,4 дел.

Органы управления, коммутации, подсоединения	Назначение
кнопка ПОИСК ЛУЧА	выбор изображения сигнала в рабочую часть экрана ЭЛТ
переключатель «  ,  »	выбор режима синхронизации; в положении «  » при размере изображения по вертикали не менее 2 дел. на частотах 200 Гц и более осуществляется автоматическая синхронизация развертки; в положении «  » синхронизация развертки осуществляется регулировкой уровня запуска
переключатель «+, —»	выбор полярности синхронизирующего сигнала; в положении «+» развертка синхронизируется нарастающим фронтом исследуемого сигнала; в положении «—» развертка синхронизируется подающим фронтом исследуемого сигнала
сигнальная лампа СИНХРОНИЗАЦИЯ ручка СТАБ. ВЧ	индикация наличия синхронизации
ручка УРОВЕНЬ	дополнительная регулировка, обеспечивающая получение стабильной синхронизации развертки на частотах выше 20 МГц
гнездо «  ВНЕШ.»	выбор уровня, при котором обеспечивается устойчивая синхронизация развертки
переключатель «ВНУТР, СЕТЬ, 1:1, 1:10»	высокочастотный вход сигнала внешней синхронизации и высокочастотный вход тракта горизонтального отклонения
переключатель «  , ~ВЧ, ~НЧ,  »	выбор источника синхронизации; в положении ВНУТР развертка синхронизируется сигналом, поступающим от усилителя внутренней синхронизации; в положении СЕТЬ развертка синхронизируется сигналом, поступающим от питающей сети; в положении «1:1» развертка синхронизируется внешним сигналом; в положении «1:10» развертка синхронизируется внешним сигналом, ослабленным в 10 раз; если переключатель выбора режима работы тракта горизонтального отклонения находится в положении ВНЕШ, то сигналы синхронизации передаются на вход усилителя горизонтального отклонения
	выбор вида синхронизации; в положении «  » развертка синхронизируется сигналами в диапазоне частот от 200 до 50·10 ⁶ Гц; в положении «~ВЧ» развертка синхронизируется сигналами в диапазоне частот от 30·10 ³ до 50·10 ⁶ Гц; в положении «~НЧ» развертка синхронизируется сигналами в диапазоне частот от 25 до 30·10 ³ Гц;

Органы управления, коммутации, подсоединения	Назначение
переключатель	в положении « \approx » развертка синхронизируется сигналами в диапазоне частот от 2 до $50 \cdot 10^6$ Гц выбор режима работы калибратора; в положении « \approx » на выходе имеется постоянное напряжение $+0,6$ В;
« \approx , Π 1kHz»	в положении « Π 1kHz» на выходе имеются импульсы, амплитуда которых точно равна постоянному напряжению
гнездо « \odot 0,6 V»	высокочастотный выход калибратора амплитуды и длительности
переключатель «ВЫКЛ. u, t, f»	выбор режима измерения; в положении «u» измеряется напряжение исследуемого сигнала;
кнопка «УСТ. 0»	в положении «t» измеряются временные интервалы в исследуемом сигнале;
ручка «УСТ. 0»	в положении «f» измеряется частота гармонических сигналов
тумблер СЕТЬ сигнальная лампа СЕТЬ тумблер «220 V, 50 Hz, 400 Hz; 115 V, 400 Hz»	грубая установка нуля результата перед началом измерений
держатель предохранителя «2 А» разъем СЕТЬ	точная установка нуля перед началом измерений
потенциометры « ∇ I», « ∇ II»	включение и отключение осциллографа индикация включения осциллографа
потенциометры « $\times 1$, ∇ , $\times 0,1$ »	выбор режима работы осциллографа в соответствии с питающей сетью (расположен на задней стенке);
гнездо « \odot Z»	защита осциллографа от коротких замыканий (расположен на задней стенке);
разъем «ДУ»	подача сетевого напряжения на осциллограф (расположен на задней стенке)
клемма « \perp »	подрегулировка фиксированного значения коэффициента отклонения каналов I и II (оси выведены на нижнюю крышку)
	подрегулировка фиксированного значения коэффициента развертки без растяжки (« $\times 1$ ») и с растяжкой (« $\times 0,1$ ») (оси выведены на верхнюю крышку)
	высокочастотный вход сигнала, модулирующего луч ЭЛТ по яркости (вход Z) (расположено на задней стенке)
	подключение пульта дистанционного управления (расположен на задней стенке)
	заземление корпуса осциллографа (расположено на задней стенке)

4. ПОРЯДОК РАБОТЫ

4. 1. Подготовка к проведению измерений

4. 1. 1. Перед началом измерений органы управления осциллографа необходимо установить следующим образом:

ручки регулировки яркости сигнала (ЯРК. СИГН.) и яркости индикации (ЯРК. ИНД.) — в среднее положение;

ручку регулировки фокуса (ФОКУС) — в среднее положение;

ручку регулировки подсвета шкалы ЭЛТ (ШКАЛА) — по желанию оператора;

ручки перемещения луча по горизонтали « \longleftrightarrow ГРУБО», « \longleftrightarrow ПЛАВНО») — в среднее положение;

переключатель выбора режима работы тракта вертикального отклонения («РЕЖИМ Y») — в положение «I, II»;

ручки перемещения лучей каналов I и II по вертикали (« \updownarrow ») — в среднее положение;

ручки плавной регулировки коэффициента отклонения каналов I и II (« ∇ ») — в крайнее правое, фиксированное положение;

переключатели входа каналов I и II (« \sim , \perp , \times ») — в положение « \perp »;

тумблер полярности канала II (« \leftarrow , ПОЛЯРН., \rightarrow ») — в положение « \rightarrow »;

переключатель выбора источника внутренней синхронизации (ВНУТР. СИНХР.) — в положение «I»;

тумблеры режима каналов I и II (« \odot , ∇ ») — в положение « ∇ »;

переключатели ручного выбора коэффициента отклонения каналов I и II («КАНАЛ I», «КАНАЛ II») — в положение «10 mV/дел.»;

переключатель выбора источника синхронизации («ВНУТР., СЕТЬ, 1:1, 1:10») — в положение ВНУТР.;

переключатель вида синхронизации (« \sim , \sim ВЧ, \sim НЧ, \approx ») — в положение « \sim НЧ»;

переключатель полярности синхронизации (« \rightarrow , \leftarrow ») — в положение « \rightarrow »;

переключатель режима синхронизации (« \odot , ∇ ») — в положение « \odot »;

ручки регулировки уровня и стабильности синхронизации (УРОВЕНЬ и СТАБ. ВЧ) — в среднее положение;

переключатель выбора режима работы тракта горизонтального отклонения («Z., Z., ВНЕШ.») — в положение «Z» (автоколебательный режим);

переключатель режима развертки (« \odot Π ; \odot \sim ; ∇ $\times 0,1$;

∇ $\times 1$) — в положение « ∇ $\times 1$ »;

переключатель ручного выбора коэффициентов развертки («ВРЕМЯ/ДЕЛ.») — в положение «100 μ S/дел.»;

ручку плавной регулировки коэффициента развертки («ПЛАВНО») — в крайнее правое, фиксированное положение;

переключатель выхода калибратора (« \approx , Π 1kHz») — в положение « Π 1kHz»;

кнопка ВЫКЛ. переключателя ИЗМЕРЕНИЕ должна находиться в нажатом состоянии.

Измерение разности фаз X—Y

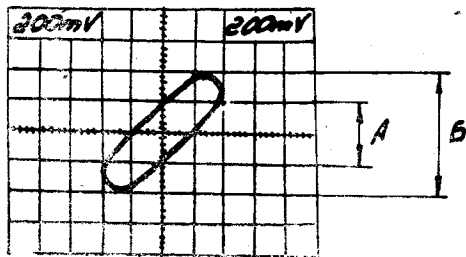



Рис. 6

В приборе предусмотрен еще один режим измерения разности фаз между двумя сигналами по фигурам Лиссажу, при котором оба исследуемых сигнала подаются на входы каналов I и II.

В зависимости от условий измерения сигнал с одного канала подается на вертикальное отклонение, а с другого — на горизонтальное отклонение.

Для измерения необходимо выполнить следующие операции:

установить переключатель «РЕЖИМ Y» в положение «I» или «II», переключатель режима внутренней синхронизации — в положение «II» или «I» соответственно, переключатель выбора источника синхронизации — в положение ВНУТР.



Остальные органы устанавливаются так же как и при использовании входа « ВНЕШ.». Методика измерения также повторяется.

На рис. 7 изображены некоторые фигуры Лиссажу, которые соответствуют сдвигу фаз в пределах от 0 до 360°.

4. 3. 12. Режим алгебраического суммирования можно использовать при исследовании сигналов, содержащих нежелательные составляющие. Эти составляющие могут быть скомпенсированы следующим образом:

подайте сигнал, содержащий полезный сигнал и нежелательную составляющую, на вход канала I;

сигнал, аналогичный нежелательной составляющей в первом канале, подайте на вход канала II;


установите оба переключателя входа в положение «» или в положение «», если постоянная составляющая входного сигнала слишком велика;

установите переключатель «РЕЖИМ Y» в положение «I, II»;

установите переключателями «КАНАЛ I», «КАНАЛ II» изображения обоих сигналов так, чтобы они имели одинаковую амплитуду;

установите переключатель ВНУТР. СИНХР. в положение «I»;

установите переключатель «РЕЖИМ Y» в положение «I+II»; при помощи тумблера ПОЛЯРН. установите на экране сигналы так, чтобы нежелательные составляющие находились в противоположной полярности;

переключателем «КАНАЛ II» и ручкой «» канала II максимально избавьтесь от нежелательной составляющей;

оставшийся сигнал представляет собой полезный сигнал;

нежелательная часть его скомпенсирована.

4. 3. 13. В приборе имеется система цифровых измерений. При проведении измерений с помощью системы цифровых измерений результаты измерений индицируются на экране ЭЛТ в цифровой форме. Система цифровых измерений




Пример. Предположим, что размах сигнала равен 5,5 дел. Коэффициент отклонения луча по вертикали равен 500 мВ/дел. В этом случае фактическая величина размаха сигнала будет равна:


$$5,5 \text{ дел} \times 500 \frac{\text{мВ}}{\text{дел}} = 2750 \text{ мВ} = 2,75 \text{ В.}$$



Примечание. Этот метод может быть использован для измерения напряжения между двумя любыми точками сигнала.

Подключение выносного делителя не требует какого бы то ни было изменения методики, так как при этом выписываемый коэффициент отклонения увеличивается в 10 раз.


4. 3. 3. Для измерения уровня постоянной составляющей в заданной точке импульса необходимо выполнить следующие операции:

установить переключатель режима работы канала I (или II) в положение «», переключатель выбора режима работы тракта горизонтального отклонения — в положение «Z.», переключатель выбора режима развертки в положение « U», переключатель режима синхронизации — в положение «», переключатель выбора источника синхронизации — в положение ВНУТР., а переключатель входа — в положение «I.»; ручки плавной регулировки должны находиться в фиксированных положениях;

в зависимости от полярности импульса одна из нижних (для положительных уровней) или верхних (для отрицательных уровней) горизонтальных линий шкалы ЭЛТ принимается за контрольную; с помощью ручки «» линия развертки устанавливается на контрольную линию;

на вход « 1M, Q20pF» подается исследуемый импульс и переключатель входа устанавливается в положение «».

После выполнения указанных операций на экране должно появиться устойчивое изображение исследуемого импульса. Затем можно приступить к измерению. Для этого необходимо:

с помощью ручки « ГРУБО» совместить точку измерения с центральной вертикальной линией шкалы ЭЛТ (рис. 2);

Измерение уровня сигнала

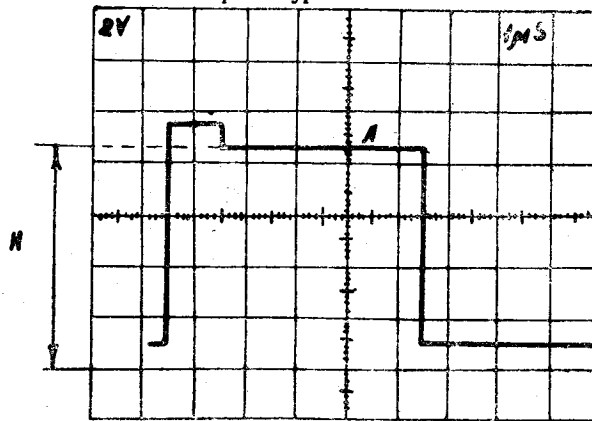


Рис. 2

по шкале ЭЛТ измеряется вертикальное расстояние между контрольной линией и точкой измерения в делениях.

В процессе измерения уровня смещать изображение сигнала не допускается. Если точка измерения после всех установок оказывается за пределами экрана, то необходимо либо сместить контрольную линию ниже (выше), либо изменить коэффициент отклонения луча по вертикали. Для смещения контрольной линии необходимо вернуть переключатель входа в положение «1», сместить линию развертки в новое положение (на другую контрольную линию) и вновь провести измерение вертикального расстояния.

Фактическая величина уровня в точке измерения определяется как произведение коэффициента отклонения на вертикальное расстояние от контрольной линии до точки измерения.

Пример. Допустим, что измерение производится между контрольной линией и точкой А на вершине импульса. Поскольку изображение импульса находится выше контрольной линии, то измеряемый уровень имеет положительную полярность. Вертикальное расстояние от контрольной линии до точки измерения равно $H=4,3$ дел., коэффициент отклонения луча по вертикали равен 2 В/дел. В этом случае уровень сигнала будет равен:

$$4,3 \text{ дел} \times 2 \frac{\text{В}}{\text{дел}} = 8,6 \text{ В.}$$

Примечание. Если измерение уровня должно производиться не относительно земли, а относительно какого-то другого уровня, то этот опорный уровень подается на вход « \ominus 1-Ω20pF», переключатель входа устанавливается с помощью ручки « \approx » на выбранной контрольной линии. Дальнейшие измерения проводятся аналогично.

4. 3. 4. Метод измерения напряжения путем сравнения необходим в случае, когда требуется определить значения коэффициентов отклонения, отличающихся от устанавливаемых, переключателями «КАНАЛ I» или «КАНАЛ II». Этот метод используется при сравнении сигналов с амплитудой контрольного напряжения.

Для определения нового значения коэффициента отклонения проделайте следующее:

контрольный сигнал известной амплитуды подайте на вход любого канала; установите переключатель «РЕЖИМ Y» в соответствующее положение; используя переключатель «КАНАЛ I» или «КАНАЛ II», ручку « ∇ », установите изображение на требуемое количество делений; не двигайте ручку « ∇ » и переключатель «КАНАЛ I» или «КАНАЛ II»;

разделите амплитуду контрольного сигнала (В) на произведение величины отклонения в делениях (определенную выше) на показания переключателя «КАНАЛ I» или «КАНАЛ II», результатом будет сравнительный коэффициент отклонения;

для определения истинного коэффициента отклонения в любом положении переключателя «КАНАЛ I» или «КАНАЛ II» умножьте показания переключателя на сравнительный коэффициент отклонения. Этот коэффициент отклонения действителен только для используемого канала и только для установленного положения ручки « ∇ »;

для определения полного размаха исследуемых сигналов по сравнению с контрольным отсоедините контрольный сигнал и подайте на вход исследуемый;

установите переключатель ручного выбора коэффициента отклонения в положение, обеспечивающее наиболее удобное измерение (при этом нельзя трогать ручку « ∇ »);

Измерение разности фаз

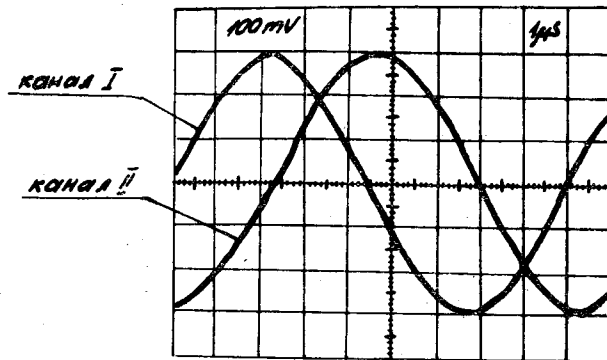


Рис. 5

Разность фаз определяется как произведение разности расстояния между одноименными точками сигнала по горизонтали на новый фазовый коэффициент, который в данном случае будет равен $40 : 10 = 4^\circ$.

4. 3. 11. Измерение разности фаз между двумя сигналами можно производить с помощью фигур Лиссажу. При таких измерениях тракт горизонтального отклонения переводится во внешний режим.

Для измерения разности фаз двух синусоидальных сигналов необходимо выполнить следующие операции:

установить переключатель выбора режима работы тракта горизонтального отклонения в положение ВНЕШ., переключатель выбора источника синхронизации — в положение «ВНЕШ. 1 : 1» или «ВНЕШ. 1 : 10», в зависимости от величины сигнала, а переключатель вида связи синхронизации — в положение « \approx »;

подать один из исследуемых сигналов на гнездо « \ominus ВНЕШ.», измерить размер горизонтальной линии на шкале ЭЛТ и отключить сигнал;

подать второй исследуемый сигнал на вход « \ominus 1MΩ20pF» и установить такой коэффициент отклонения, чтобы вертикальный размер линии на экране был равен измеренной величине горизонтальной линии; при необходимости точную подгонку размера изображения нужно произвести ручкой « ∇ »;

подать снова сигнал на гнездо « \ominus ВНЕШ.» и с помощью ручек « \updownarrow » и « $\leftarrow \rightarrow$ ГРУБО» отцентрировать изображение относительно вертикальной и горизонтальной градуированных осей шкалы ЭЛТ.

После этого измеряются расстояния А и В как показано на рис. 6.

Значение разности фаз φ между исследуемыми сигналами определяется по формуле:

$$\varphi = \arcsin \frac{A}{B}, \quad (4.2)$$

где А — расстояние между точками пересечения эллипса с градуированной вертикальной осью, в делениях;

В — высота эллипса, в делениях.

Измерение временного сдвига

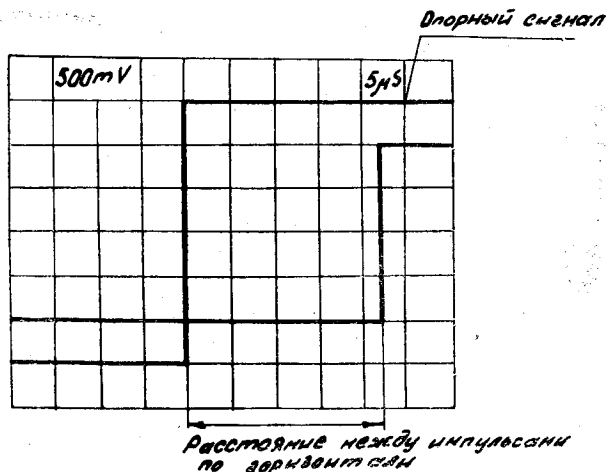


Рис. 4

подайте опорный сигнал на вход канала I, а сравниваемый — на вход канала II. Опорный сигнал должен предшествовать сравниваемому во времени; при подключении сигналов на входы каналов I и II используйте коаксиальные кабели с одинаковым временем задержки;

если сигналы противоположной полярности, то переключателем ПОЛЯРН. второго канала инвертируйте сигнал;

установите переключателями «КАНАЛ I» и «КАНАЛ II» и ручками « ΔU » обоих каналов идентичные изображения величиной 5—8 делений по вертикали;

добейтесь при помощи ручки УРОВЕНЬ устойчивого изображения; установите такой коэффициент развертки, чтобы на экране просматривался один период сигнала;

при помощи ручки « \downarrow » вертикального перемещения установите изображение исследуемых сигналов симметрично относительно градуированной горизонтальной линии;

ручкой ПЛАВНО установите период опорного сигнала равный 9 делениям по горизонтали (рис. 5), тогда каждое деление соответствует 40° периода ($360^\circ : 9 = 40^\circ$), это и есть фазовый коэффициент;

измерьте по горизонтали разность между одноименными точками сигналов (в делениях шкалы);

для получения точной величины разности фаз умножьте измеренное расстояние (в делениях) на 40° (фазовый коэффициент).

Пример. Разность фаз между одноименными точками двух сигналов по горизонтали составляет 2,4 деления, фазовый коэффициент 40° (как на рис. 5). Точная величина разности фаз равняется: $2,4 \times 40^\circ = 96^\circ$.

4. 3. 10. Более точное измерение разности фаз двух сигналов одной частоты может быть осуществлено включением «растяжки» (увеличением скорости), т. е. включение переключателя выбора режима развертки в положение « $\times 0,1$ ».

измерьте вертикальное отклонение в делениях и определите амплитуду как произведение истинного коэффициента отклонения на величину отклонения в делениях.

Пример. Величина контрольного сигнала 15 В, установленный коэффициент отклонения — «2 В/дел.», величина изображения на экране — 6 делений. Тогда, сравнительный коэффициент равен:

$$K_{\text{ср.}} = \frac{15 \text{ В}}{2 \text{ В/дел.} \cdot 6 \text{ дел}} = 1,25.$$

Значит в положении аттенюатора «5 В/дел.» истинный коэффициент отклонения $K_{\text{и}}$ будет равен

$$K_{\text{и}} = 5 \text{ В/дел.} \cdot 1,25 = 6,25 \text{ В/дел.}$$

Если измеряемый сигнал занимает на экране осциллографа 5 делений шкалы, то его полный размах U будет равен:

$$U = 6,25 \text{ В/дел.} \cdot 5 \text{ дел.} = 31,25 \text{ В.}$$

4. 3. 5. Для измерения интервала времени между двумя точками сигнала необходимо установить на экране устойчивое изображение сигнала, а затем с помощью ручек перемещения луча по вертикали « \downarrow », и по горизонтали

передвинуть сигнал так, чтобы одна точка находилась на пересечении центральной горизонтальной линии шкалы ЭЛТ с одной из вертикальных линий шкалы, а точки, между которыми производится измерение, находились в пределах восьми центральных делений шкалы ЭЛТ. Затем измеряется расстояние между точками по горизонтали. Для получения фактической величины интервала времени необходимо умножить величину коэффициента развертки, считанную с верхнего правого угла экрана, на расстояние между точками по горизонтали.

Пример. Допустим, что расстояние между точками составляет 2,5 дел. Коэффициент развертки равен 10 мкс/дел. В этом случае интервал времени равняется:

$$2,5 \text{ дел.} \times 10 \frac{\text{мкс}}{\text{дел}} = 25 \text{ мкс.}$$

Примечание. Включение растяжки развертки не требует какого бы то ни было изменения методики, так как при этом выписываемый коэффициент развертки уменьшается в 10 раз.

4. 3. 6. Измерение частоты периодических сигналов осуществляется так же, как и измерение времени интервалов, с той разницей, что измеряется длительность одного периода исследуемого сигнала. Для этого необходимо измерить расстояние между двумя одноименными точками по центральной горизонтальной линии шкалы. Частота исследуемого сигнала рассчитывается по формуле:

$$f = \frac{1}{T}, \quad (4. 1)$$

где f — частота исследуемого сигнала в Гц;

T — длительность периода в с.

Пример. В процессе измерения установлено, что длительность одного периода исследуемого сигнала равна 50 мкс.

Рассчитаем частоту этого сигнала:

$$f = \frac{1}{50 \cdot 10^{-6} \text{ с}} = 20 \cdot 10^3 \text{ Гц} = 20 \text{ кГц.}$$

4. 3. 7. Измерение времени нарастания импульса основано на том же методе измерения интервалов времени. Основная разница заключается в точках, между которыми производятся измерения. Ниже приводится методика измерения времени нарастания импульса между уровнями 0,1 и 0,9. Время спада измеряется аналогичным образом на заднем фронте импульса.

Для удобства подобных измерений на шкале ЭЛТ в виде точек нанесены уровни 0,1 и 0,9 от полного размаха шкалы. Поэтому, если амплитуда импульса достаточна, то измерение лучше проводится по полному размаху шкалы ЭЛТ.

Если амплитуда импульса недостаточна, то уровни 0,1 и 0,9 определяются расчетом.

Для проведения измерений необходимо выполнить следующие операции:

установить переключатель входа одного из каналов в положение « \approx »;

подать на вход « \odot 1M Ω 20pF» одного из каналов исследуемые импульсы;

установить переключатель режима работы соответствующего канала в положение « ⏏ » и с помощью переключателя ручного выбора коэффициента отклонения, а также ручки плавной регулировки « ⏏ » установить размер изображения импульса равным 8 дел.;

засинхронизировать изображение импульса, причем, если исследуется положительный фронт, то нужно установить переключатель полярности синхронизации в положение «+», для отрицательного фронта переключатель устанавливается в положение «-»;

установить переключатель выбора режима развертки в положение « ⏏ X1»

и с помощью переключателя «ВРЕМЯ/ДЕЛ.» выбрать такой коэффициент развертки, при котором изображение фронта импульса занимает более 3—4 дел.; ручка « ⏏ » должна находиться в фиксированном положении;

с помощью ручек « \longleftrightarrow ГРУБО, \longleftrightarrow ПЛАВНО» изображение исследуемого фронта устанавливается так, чтобы точка с уровнем 0,1 находилась на одной из вертикальных линий шкалы ЭЛТ в левой части экрана (рис. 3).

Для получения фактической величины времени нарастания необходимо измерить горизонтальное расстояние между точками пересечения изображения фронта с уровнями 0,1 и 0,9 и умножить это расстояние на величину коэффициента развертки.

Пример. Предположим, что расстояние между уровнями 0,1 и 0,9 составляет 3,8 дел. Коэффициент развертки равен 200 нс/дел. В этом случае время нарастания импульса составляет:

$$3,8 \text{ см} \times 200 \frac{\text{нс}}{\text{дел}} = 760 \text{ нс.}$$

4. 3. 8. Для измерения временного сдвига между двумя сигналами проделайте следующее:

установите переключатели входа каналов I и II в положение « \sim »;

установите переключатель «РЕЖИМ Y» в положение «I, II»;

установите переключатель ВНУТР. СИНХР. в положение «I»;

подайте опорный сигнал на вход канала I, а исследуемый сигнал на вход канала II. Опорный сигнал должен предшествовать во времени исследуемому; подать сигналы на входы каналов I и II следует коаксиальными кабелями с одинаковым временем задержки;

если сигналы противоположной полярности, тумблером «ПОЛЯРН.» инвертируйте сигнал канала II;

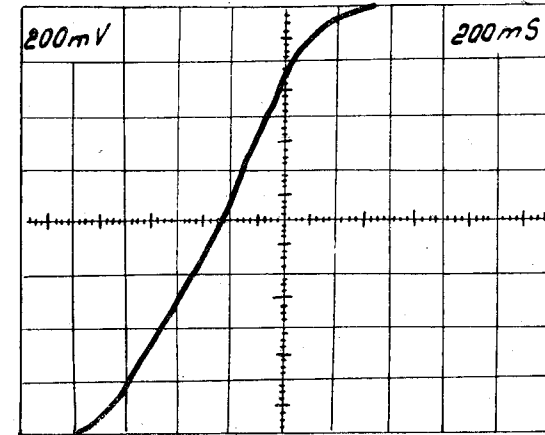


Рис. 3

установите переключателями «КАНАЛ I» и «КАНАЛ II» амплитуду изображения импульсов 4—5 делений;

ручкой УРОВЕНЬ установите устойчивое изображение;

установите переключателем ВРЕМЯ/ДЕЛ. такую скорость развертки, чтобы между двумя импульсами было 3 или более делений;

с помощью ручек « \updownarrow » вертикального перемещения каналов I и II установите уровень 0,5 изображения обоих импульсов (или точки изображения, между которыми измеряется временной сдвиг) на центральной горизонтальной линии шкалы;

при помощи ручки « \longleftrightarrow ГРУБО» горизонтального перемещения установите изображение опорного сигнала на пересечении горизонтальной центральной линии с вертикальной линией сетки;

измерьте расстояние по горизонтали между точками на уровне середины изображения импульсов (рис. 4) в делениях;

умножьте полученное расстояние на величину установленного коэффициента развертки, который выписывается в верхнем правом углу экрана ЭЛТ.

Пример. Коэффициент развертки «5 мкс/дел.», расстояние между импульсами по горизонтали — 4,4 деления.

Временной сдвиг = 5 мкс/дел \times 4,4 дел = 22 мкс.

4. 3. 9. Измерение разности фаз двух сигналов одной частоты можно осуществить, используя двухканальный режим осциллографа. Этот метод измерения разности фаз может быть использован вплоть до предельной частоты тракта вертикального отклонения.

Для определения разности фаз двух сигналов выполните следующее:

установите переключатели входа в одинаковое положение, в зависимости от типов подаваемых сигналов;

установите переключатель «РЕЖИМ Y» в положение «I, II»;

установите переключатель ВНУТР. СИНХР. в положение «I»;

Наименование средств измерений	Нормативно-технические характеристики, используемые при регулировании
Прибор для измерения индуктивности и емкости Е7-9 Частотомер электронносчетный ЧЗ-54 Осциллограф низкочастотный С1-68 Осциллограф С1-64 Миллиамперметр Э525	Диапазон измерения емкости (5 ... 150) пФ с точностью 5 %. Предел измерения (1·10 ⁻³) с. Полоса пропускания 1 МГц. Чувствительность 1 мВ/дел. Полоса пропускания 50 МГц. Диапазон измерения токов (0,25 ... 1,0) А в диапазоне частот (40 ... 100) Гц с погрешностью 0,5 %. Диапазон измерения напряжений (75 ... 600) В в диапазоне частот (40 ... 100) Гц с погрешностью 0,5 %. Диапазон измерения напряжений 3000 В. Пределы измерений 7, 5, 15 кВ с погрешностью 1,0 %. Амплитуда пилообразного напряжения 12 В.
Вольтметр Э533	
Вольтметр С50/8 Вольтметр С196	
Осциллограф С1-65А	

Примечание. При регулировке допускается использование другой аппаратуры, обеспечивающей метрологическую точность измерений.
При регулировке и настройке осциллографа необходимо соблюдать правила техники безопасности, изложенные в разделе 2.
Отрегулированный осциллограф подвергают контролю и проверке. Методика определения проверяемых параметров изложена в разделе 8.

5. 2. Регулировка источников питания

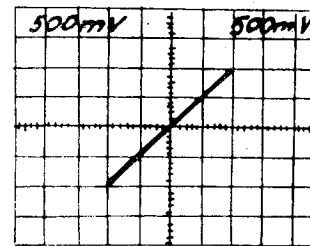
Регулировка источников питания производится совместно со всеми узлами осциллографа в рабочем положении. Регулируемый осциллограф подключается к питающей сети. Напряжение сети контролируется вольтметром Э533 на пределе 300 В. Ток потребления осциллографа контролируется миллиамперметром Э525 на пределе 1 А. Ток потребления должен быть не более 0,82 А.

После предварительного самопрогрева осциллографа в течение 15 минут можно приступить к проверке и регулировке источников питания. Проверка и регулировка всех выходных напряжений источников питания производится при напряжении питающей сети 220 В.

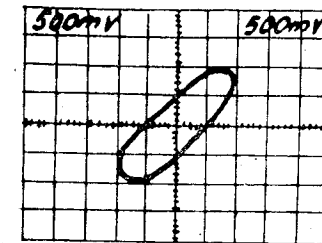
Вольтметром В7-16А (предел измерения 100 В) измеряются напряжения между 6 и 9 выводами платы А28 (И23.233.122-01). Оно должно быть в пределах от минус 11,9 до минус 12,1 В. Его подрегулировка осуществляется потенциометром К7 (А28). Напряжение питающей сети изменяется от 198 до 242 В. Напряжение источника минус 12 В может измениться не более чем на 0,004 В.

Вольтметром В7-16А (предел измерения 100 В) измеряется напряжение между точками 2 и 8 выводами платы А27 (И23.233.178-02). Оно должно быть в пределах от +11,9 до +12,1 В. Его подрегулировка осуществляется потенциометром R11 (А27). Напряжение питающей сети изменяется от 198 до 242 В, напряжение источника +12 В может измениться не более чем на 0,004 В.

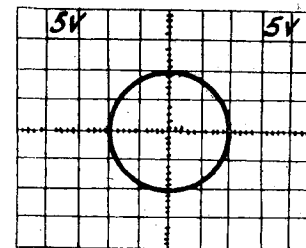
Вольтметром В7-16А (предел измерения 10 В) измеряется напряжение между 14 и 8 выводами платы А27 (И23.233.178-02). Оно должно быть в пределах от 4,9 до 5,1 В. Его подрегулировка осуществляется потенциометром R6 (А27).



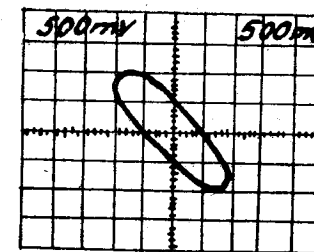
а) 0° или 360°



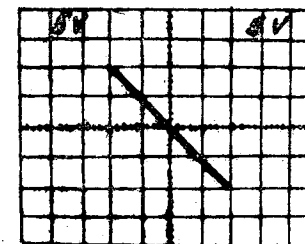
б) 30° или 330°



в) 90° или 270°



г) 150° или 210°



д) 180°


Рис. 7

5. 1. Общие сведения

обеспечивает проведение измерений напряжений, временных интервалов и частоты с погрешностью порядка $\pm 2\%$. Ниже приводятся примеры измерений, которые можно выполнить с помощью системы цифровых измерений. Следует отметить, что для использования системы цифровых измерений сигнал необходимо подавать только на вход канала I.


Для измерения напряжения постоянного тока или сигнала произвольной формы необходимо выполнить следующие операции:

установить переключатель ИЗМЕРЕНИЕ в положение «U»;

подать исследуемый сигнал на вход « 1M Ω 20pF» канала I;


получить на экране ЭЛТ устойчивое изображение исследуемого сигнала; определить на исследуемом сигнале точки, между которыми необходимо измерить напряжение; при измерении напряжения постоянного тока за одну из точек принимается положение луча при установке переключателя входа в положение «L»;

совместить первую точку на исследуемом сигнале с одной из горизонтальных линий шкалы ЭЛТ, наиболее удобную для оператора, нажать кнопку «УСТ. 0» и ручкой «УСТ. 0» установить в левом нижнем углу экрана ЭЛТ нулевые показания с точностью ± 2 единицы младшего разряда (рис. 8а);

затем при помощи ручки «» канала I совместить вторую выбранную

точку на исследуемом сигнале с той же горизонтальной линией шкалы ЭЛТ и в левом нижнем углу экрана ЭЛТ считать в цифровой форме результат измерения (рис. 8б).


После отчета результата измерения допускается дрейф линии развертки или изображения сигнала относительно линии отсчета. Для исключения влияния кратковременного дрейфа линии развертки луча на погрешность цифровых измерений, время измерения не должно превышать 10с с момента нажатия кнопки «УСТ. 0»;

если при проведении измерений ручка «» будет выведена из крайнего правого фиксированного положения, то перед результатом измерения появится знак «>», это свидетельствует о том, что действительный результат измерения больше числа на экране ЭЛТ;

рекомендуется в качестве опорной горизонтальной линии шкалы ЭЛТ выбрать центральную горизонтальную линию шкалы ЭЛТ и связывать ее с условным нулем при проведении измерений («УСТ. 0»).



Для измерения временных интервалов исследуемого сигнала необходимо выполнить следующие операции:

установить переключатель ИЗМЕРЕНИЕ в положение «t»;

подать исследуемый сигнал на вход « 1M Ω 20pF» канала I;

получить на экране ЭЛТ устойчивое изображение исследуемого сигнала; определить на исследуемом сигнале точки, между которыми необходимо измерить интервал времени;

совместить первую выбранную точку на исследуемом сигнале с одной из вертикальных линий шкалы ЭЛТ, наиболее удобной для оператора (рис. 9а), нажать кнопку «УСТ. 0» и ручкой «УСТ. 0» установить в нижнем правом углу экрана ЭЛТ нулевые показания с точностью ± 2 единицы младшего разряда;

при помощи ручек « ГРУБО», « ПЛАВНО» совместить вторую выбранную точку на исследуемом сигнале с той же вертикальной линией шкалы ЭЛТ и в правом нижнем углу экрана ЭЛТ считать в цифровой форме результат измерения (рис. 9б);

после отчета результата измерения допускается дрейф линии развертки или изображения сигнала относительно линии отсчета. Для исключения влияния

Регулирование и настройка прибора производится в том случае, если в процессе ремонта производилась замена ЭЛТ, микросхем, полупроводниковых приборов или других элементов.

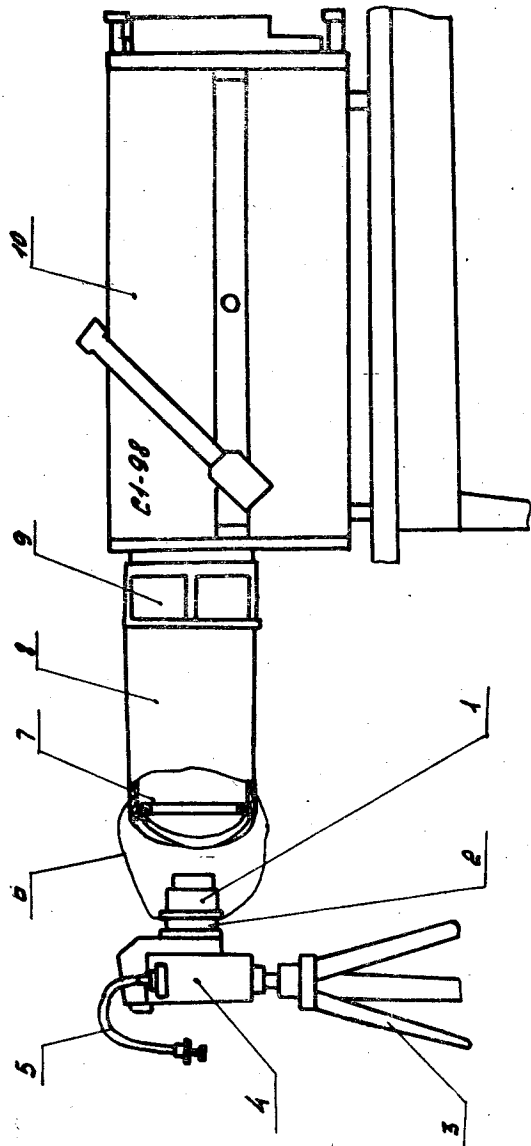
Задачей регулировочных работ является проверка функционирования осциллографа, регулировка режимов работы элементов с целью получения требуемых параметров, указанных в разделе 3. И22.048.006 ТО Часть 1.

При проведении регулировочных работ рекомендуется пользоваться измерительной аппаратурой, указанной в табл. 2.

Таблица 2

Наименование средств измерений	Нормативно-технические характеристики, используемые при регулировании
Вольтметр переменного тока В3-48	Диапазон измерения напряжения (3·10 ⁻³ ... 300) В в диапазоне частот от (10 ... 50·10 ⁶) Гц с погрешностью (2,5 ... 4) %
Вольтметр универсальный В7-16А	Диапазон измерения постоянных напряжений (1·10 ⁻⁴ ... 1000) В, с погрешностью 0,1 %; диапазон измерения переменных напряжений (0,1 ... 1000) В в диапазоне частот (20 ... 5·10 ⁶) Гц с погрешностью 0,5 %.
Генератор сигналов низкой частоты Г3-109	Диапазон измерения сопротивлений (0,1 ... 10·10 ⁶) Ом с погрешностью 0,2 %; диапазон частот (20 ... 200·10 ³) Гц с погрешностью установки $\pm (0,01 f + 0,5)$ Гц.
Генератор импульсов Г5-60	Амплитуда выходного напряжения (15·10 ³ ... 15) В с погрешностью 2,5 %.
Генератор сигналов низкочастотный Г3-110	Диапазон частот (50 ... 100·10 ³) Гц.
Генератор сигналов высокочастотный Г4-102А	Амплитуда выходного напряжения (0,2 ... 10) В.
Генератор сигналов высокочастотный Г4-154	Диапазон частот (0,01 ... 2) МГц и амплитуда выходного напряжения (0,2·10 ³ ... 1) В с погрешностью 4 %.
Генератор сигналов высокочастотный Г4-143	Диапазон частот (0,1 ... 50) МГц с погрешностью 1 %.
Генератор импульсов И1-14	Амплитуда выходного напряжения (0,5·10 ⁻⁶ ... 0,5) В.
Калибратор осциллографов И1-9	Диапазон частот (0,15 ... 30) МГц с погрешностью 1,5 %.
	Амплитуда выходного напряжения (1,5 ... 100) В с погрешностью 10 %.
	Диапазон частот (30 ... 60) МГц с точностью 1,5 %.
	Исходная мощность R _{вых} =1 В при R=50 Ом.
	Частота импульсов 500 Гц с точностью $\pm 30\%$, время нарастания фронта импульса $\tau_f < 0,2 \cdot 10^{-9}$ с.
	Амплитуда выходного напряжения от 30 мВ до 40 В.
	Погрешность не более 0,5 %.

Схема установки осциллографа и фотоаппарата при фотографировании сигналов



- 1 — объектив, 2 — промежуточное кольцо, 3 — штатив, 4 — фотокамера,
- 5 — спусковой трюнк, 6 — светонепроницаемая ткань, 7 — распорное кольцо,
- 8 — тубус, 9 — переходной каркас, 10 — осциллограф.

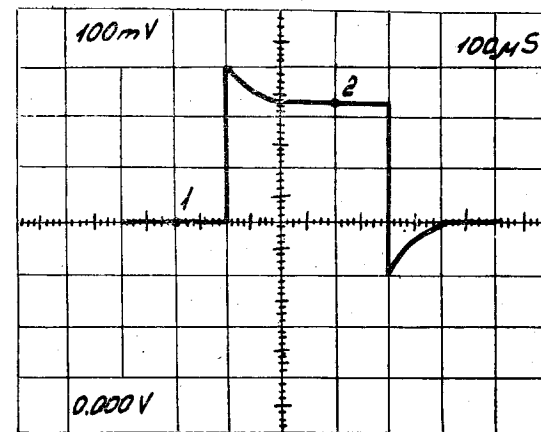
Рис. 10

кратковременного дрейфа линии развертки луча на погрешность цифровых измерений, время измерения не должно превышать 10 с с момента нажатия кнопки «УСТ. 0»;

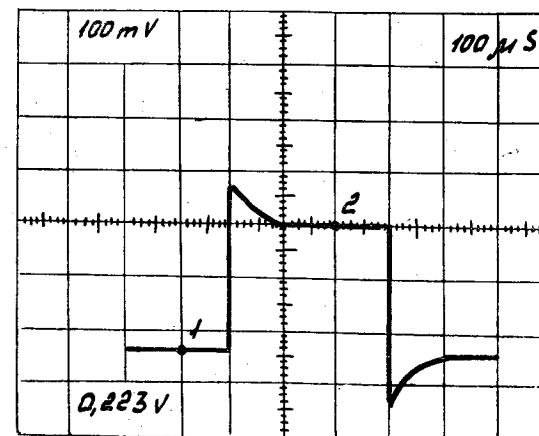
если при проведении измерения ручка ПЛАВНО коэффициента развертки будет выведена из крайнего правого фиксированного положения, то перед результатом измерения появится знак «>», что свидетельствует о том, что действительный результат измерения превышает число, индицируемое на экране ЭЛТ;

рекомендуется в качестве опорной вертикальной линии шкалы ЭЛТ выбрать центральную вертикальную линию шкалы ЭЛТ и связывать ее с условным нулем при проведении измерений («УСТ. 0»).

Измерение амплитуды импульса

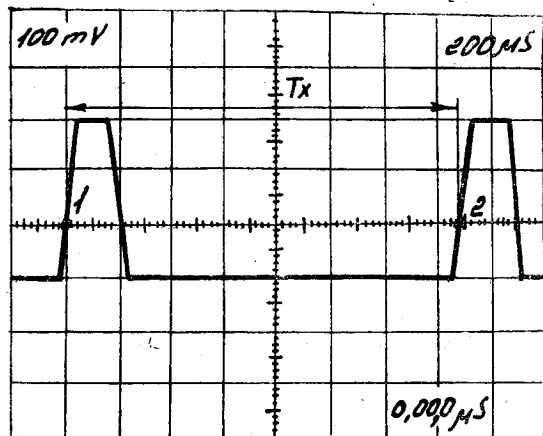


а)

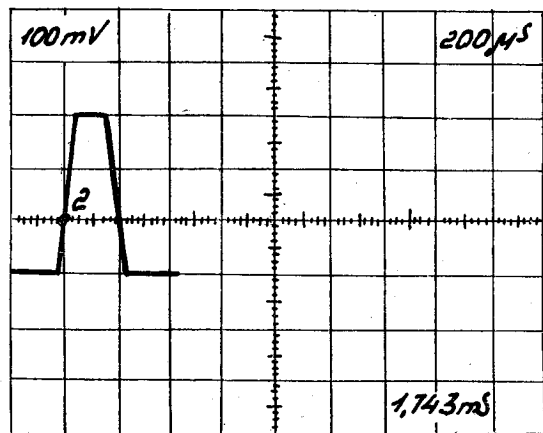


б)

Рис. 8



а)



б)

Рис. 9

Для измерения частоты исследуемых сигналов необходимо выполнить, как указано выше, измерение интервала времени, а затем нажать кнопку «Г», при этом в правом нижнем углу экрана ЭЛТ считать в цифровой форме результат измерения;

если при проведении измерения ручка ПЛАВНО коэффициента развертки будет выведена из крайнего правого фиксированного положения, то перед результатом измерения должен появиться знак «>», это свидетельствует о том, что действительный результат измерения превышает число, индицируемое на экране;

рекомендуется в качестве опорной выбирать вертикальную центральную линию шкалы ЭЛТ и связывать ее с условным нулем при проведении измерений.

4. 4. Фотографирование сигналов

Одним из методов повышения документальности исследований, проводимых с помощью осциллографа, является фотографирование изображения сигнала непосредственно с экрана осциллографа.

Фотографирование производится малоформатными зеркальными фотоаппаратами серии «Зенит» с объективами «Индустар-50» или «Гелиос-44» на стандартную 35 мм негативную пленку.

Перед фотографированием необходимо подать на вход осциллографа исследуемый сигнал, установить ждущий режим работы развертки и добиться устойчивого изображения сигнала при выбранных значениях коэффициента отклонения и коэффициента разветки. Затем на экран осциллографа устанавливается тубус из комплекта принадлежностей. Учитывая возможность деформации тубуса целесообразно в передний конец тубуса вставить проволочное распорное кольцо диаметром 90—100 мм.

После установки тубуса необходимо отрегулировать подсвет шкалы так, чтобы четко были видны ее линии, провести оптимальную фокусировку знаков и изображения сигнала, отрегулировать яркость изображения сигнала так, чтобы оно контрастно наблюдалось на фоне шкалы и установить яркость знаков равной яркости изображения сигнала.

Подготовив таким образом осциллограф, можно приступать к фотографированию. Для обеспечения необходимого масштаба фотографирования между корпусом и объективом фотоаппарата ввинчивается стандартное промежуточное кольцо № 2 (высота 16 мм). Фотоаппарат устанавливается на штатив так, чтобы оптическая ось объектива была перпендикулярна плоскости экрана ЭЛТ, а расстояние между торцом тубуса и кромкой объектива было равно 6—7 см. Затем переключатель выдержки фотоаппарата устанавливается в положение «В», взводится затвор фотоаппарата и производится его фокусировка по изображению шкалы. При наводке на резкость необходимо обращать внимание на то, чтобы в видоискателе фотоаппарата наблюдалось полное изображение шкалы ЭЛТ. Если это не получается, то необходимо соответствующим образом переместить фотоаппарат.

Съемку необходимо производить с применением спускового тросика, так как малейшее дрожание аппарата приводит к ухудшению резкости изображения. Для устранения посторонней засветки при фотографировании необходимо просвет между фотоаппаратом и тубусом перекрыть светонепроницаемой тканью. В случае, если фотографирование производится систематически, целесообразно для перекрытия просвета применять рукав, изготовленный по типу нарукавника.

Фотографирование производится на стандартную пленку «Фото-130» или на перфорированную (35 мм) пленку РФ-3.


Учитывая способ формирования сигнала и знаков на экране ЭЛТ средняя выдержка при фотографировании должна быть равна 0,5 с при значении коэффициента развертки, не превышающем 20 мс/дел. При больших значениях коэффициента развертки выдержку нужно выбирать так, чтобы она была равна коэффициенту развертки, умноженному на 25.

Ввиду большого разброса яркостей при фотографировании для получения высококачественных снимков съемку одного и того же сигнала необходимо производить при разных значениях диафрагмы.

Обработка фотопленок и изготовление отпечатков производится по известным техпроцессам.

Схема установки осциллографа и фотоаппарата при фотографировании приведена на рис. 10.

Произведите измерение амплитуды входных импульсов с помощью системы цифровых измерений. Изменяя состояние потенциометра R11 (И22.710.012 Э3), добейтесь, чтобы показания в левом нижнем углу экрана были в пределах от 799 до 801 мВ (грубая регулировка R13 И22.710.012).

Не изменяя состояние переключателя ручного выбора коэффициента отклонения канала I подайте на гнездо « IMQ20pF» импульсы амплитудой 0,4 ... 0,8 В, периодом 10 мкс от калибратора И1-9. Установите изображение так, чтобы наблюдалось два импульса. Нажмите на кнопку «t» переключателя ИЗМЕРЕНИЕ, затем нажмите на кнопку «УСТ. 0». Ручкой перемещения луча по



горизонтали ГРУБО и ПЛАВНО переместите изображение на два больших деления координатной сетки влево. Изменяя состояние потенциометра R2 (И22.710.012 Э3) добейтесь, чтобы показания в правом нижнем углу были в пределах от 150 до 250 мкс. Проведите измерение длительности интервала 10 мкс с помощью системы цифровых измерений.

Изменяя состояние R12 (И27.710.012 Э3) добейтесь, чтобы показания в правом нижнем углу были в пределах от 9.99 до 10.01 мкс. Нажмите на кнопку «f» переключателя ИЗМЕРЕНИЕ, при этом новое индицируемое показание должно соответствовать значению частоты исследуемого сигнала.

Проведите измерение временного интервала длительностью 1 мкс с помощью системы цифровых измерений. Изменяя состояние потенциометра R21 (И22.710.012 Э3) добейтесь, чтобы результат измерения был в пределах от 0,997 мкс до 1,003 мкс.

6. ХАРАКТЕРНЫЕ НЕИСПРАВНОСТИ И МЕТОДЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ

6. 1. Метод разборки прибора и поиск неисправностей

6. 1. 1. В случае неисправности прибора в первую очередь отключите его от источника питания. Убедитесь в исправности кабеля питания и предохранителя, расположенного на задней панели прибора.

Чтобы получить доступ к элементам схемы самого прибора для осмотра и замены их в случае неисправности, отпустите два специальных винта, расположенных на боковых стяжках, и снимите верхнюю и нижнюю крышки.

В случае неисправности ЭЛТ, отклоняющих катушек или лампочек подсвета шкалы ЭЛТ произведите замену неисправного элемента. Для этого:

откройте заднюю панель-радиатор прибора, отвинтив четыре винта, крепящие задние ножки совместно с панелью к раме;

снимите панель ЭЛТ;

снимите контакты с выводов, расположенных на горловине ЭЛТ; отсоедините провод высокого напряжения, предварительно сняв защитный колпачок, установленный в отверстии магнитного экрана ЭЛТ;

отпаяйте заземляющий провод экрана и провода, идущие к отклоняющим катушкам;

откройте плату усилителя X, отвинтив крепящие ее винты;

отпустите винт, стягивающий хомут крепления ЭЛТ в хвостовой части;

отвинтите два винта, крепящие экран ЭЛТ в его передней части;

подвиньте экран ЭЛТ в направлении задней панели прибора, поднимите его переднюю часть выше уровня передней рамы прибора, после чего, перемещая экран по направлению к передней панели и вверх, снимите экран;

отпустите винт, стягивающий хомут крепления горловины ЭЛТ и осторожно выньте ЭЛТ;

Напряжение питающей сети изменяется от 198 до 242 В. Напряжение источников +5 В может изменяться не более чем на 0,01 В.

Вольтметром В7-16А (предел измерения 100 В) измеряется напряжение между 7 и 10 выводами платы А26 (И23.233.123-01). Оно должно быть в пределах от 79 до 81 В. Его подрегулировка осуществляется потенциометром R9 (А26). Напряжение питающей сети измеряется от 198 до 242 В. Напряжение источника +80 В может измениться не более чем на 0,03 В.

Вольтметром В7-16А (предел измерения 1000 В) измеряется напряжение между 7 и 10 выводами платы А24 (И23.215.174). Оно должно быть в пределах от 142,5 до 157,5 В.

Вольтметром В7-16А (предел измерения 100 В) измеряется напряжение на положительном выводе конденсатора С33 (И22.048.007 Э3). Его подрегулировка осуществляется потенциометром R28 (И22.048.007 Э3). Оно должно быть в пределах от +25 до +30 В и выставляется потенциометром R28 таким, чтобы при максимальной яркости луча ЭЛТ срыв стабилизации напряжения минус 2950 В происходил при напряжении сети 198 В.

Измерьте вольтметром В7-16А (предел измерения 100 В) напряжение между 4 и 3, 8 и 3 выводами платы А25 (И23.233.196). Они должны находиться в пределах от +11,9 до +12,1 В.

Их подрегулировка осуществляется потенциометрами R21 и R24 (А25). Напряжение питающей сети изменяется от 198 до 242 В. Напряжения источников +12 В (а) и минус 12 В (а) могут измениться не более чем на 0,004 В.

Измерьте вольтметром В7-16А (предел измерения 10 В) напряжение между 11 и 3 выводами платы А25 (И23.233.196). Оно должно находиться в пределах от +4,9 до +5,1 В. Его подрегулировка осуществляется потенциометром R27 (А25). Напряжение питающей сети изменяется от 198 до 242 В.

Напряжение источника +5 В (а) сможет измениться не более чем на 0,01 В.

Измерьте вольтметром В7-16А (предел измерения 1000 В) напряжение между выводами 24 и 10 платы А24 (И23.233.174). Оно должно быть в пределах от 190 до 210 В.

Киловольтметром С50/8 измеряется напряжение минус 2950 В. Оно должно быть в пределах от 2900 до 3000 В. Категорически запрещается при измерении параметров высоковольтного преобразователя И23.211.045:

подключать и отключать измерительные приборы для контроля напряжения минус 2950, 3030 и +9000 В при включенном осциллографе;

прикасаться к измерительным приборам и разделительным конденсаторам;

проводить регулировку осциллографа лицом, не имеющим допуска к работам с напряжением выше 1000 В.

Измерьте киловольтметром С1-96 напряжение +9000 В. Оно должно быть в пределах от 8600 до 9400 В. Киловольтметром С50/8 измеряется напряжение минус 3030. Оно должно быть на 60 ... 100 В больше напряжения минус 2950 В.

Подрегулировка напряжений минус 2950, +9000, осуществляется переменным резистором R1 (И22.032.098 Э3), а напряжение минус 3030 В — дополнительным потенциометром R1 (И23.211.045 Э3).

Измерение пульсаций источников минус 2950 и 3030 В производится осциллографом С1-68 через разделительный конденсатор К15-5-Н70-6,3 кВ-4700 пФ, а источника +9000 В через разделительный конденсатор КВН-2-16-150 пФ. Измерение пульсаций источников +5, +12 производится осциллографом С1-68 на выводах 14 и 2 платы А27 (И23.233.178-02); минус 12 В — на выводе 9 платы А28 (И23.233.122-01); +80 В — на выводе 7 платы А26 (И23.233.123-01); +12 В (а), +5 В (а) и минус 12 В (а) на выводах 4, 11, 8 платы А25 (И23.233.196 Э3). Величины пульсаций не должны превышать значений, указанных в табл. 7.

5. 3. Регулировка схемы ЭЛТ

Включите настраиваемый осциллограф в сеть и после 5-минутного прогрева проверьте действие ручек:

ЯРК. СИГН., ЯРК. ИНД., ФОКУС.

Если при помощи ручек ЯРК. СИГН. и ЯРК. ИНД. не удастся обеспечить требуемую для измерений яркость изображения и яркость индикации или при крайнем положении ручек видна линия развертки (символы индикации), то регулировкой резистора R1 (И23.211.045 Э3) установите требуемую яркость изображения (символов индикации).

Сфокусируйте изображение на экране ЭЛТ поворотом ручек ФОКУС и АСТИГ. Если это не удается или фокусировка луча происходит при крайнем положении ручки ФОКУС, необходимо произвести корректировку фокусировки. Для этого установите ручки ФОКУС и АСТИГ. в средние положения и подбором резистора R12 (И22.048.007 Э3), добейтесь наилучшей фокусировки изображения и символов индикации.

Для совмещения горизонтальной линии развертки с горизонтальной линией сетки экрана ЭЛТ (ортогональность по горизонтали) необходимо переключатель

« \sim , \perp , \approx » I канала поставить в положение « \perp » и ручкой « \uparrow » установить линию в центре экрана ЭЛТ. Регулировкой потенциометра R2 (И23.450.004 Э3) совместить линию развертки с горизонтальной линией сетки экрана ЭЛТ. Для совмещения с вертикальной линией сетки экрана ЭЛТ (ортогональность по вертикали) подайте на вход усилителя Y I канала сигнал от генератора Г3-109 частотой 1 кГц. Установите изображение на

экране ЭЛТ высотой не менее 6 делений. Регулировкой ручек ГРУБО и ПЛАВНО переместите начало изображения в центр экрана. Установите переключатель «Z, Z., ВНЕШ.» в положение ВНЕШ., переключатель выбора источника синхронизации в положение «ВНЕШ. 1:1». Вращением ручки ЯРК. СИГН. вправо высветите на экране ЭЛТ две точки.

Регулировкой ручек ГРУБО и ПЛАВНО и потенциометром R3 (И23.450.004 Э3) совместите обе точки с центральной вертикальной линией сетки экрана ЭЛТ.

Геометрические искажения определяются у двух горизонтальных и двух вертикальных границ шкалы. Сначала линию горизонтальной развертки совмещают с верхней и нижней границами шкалы ЭЛТ и определяются геометрические искажения по вертикали. Затем линию вертикальной развертки совмещают с левой и правой границами шкалы ЭЛТ и определяют искажения по горизонтали. Необходимая регулировка осуществляется потенциометром соответственно R1 и R4 (И23.450.004 Э3).

5. 4. Регулировка калибратора

Для регулировки калибратора подключите к гнезду « \odot 0,6» частотомер ЧЗ-54. Установите переключатель « \approx , \perp 1 kHz» в положение « \perp 1 kHz». Регулируя потенциометр R3 (И22.085.022 Э3), установите частоту калибратора равную 1 кГц. Затем переключатель « \approx , \perp 1 kHz» установите в положение « \approx » к гнезду « \odot 0,6» подключите вольтметр В7-16А и потенциометром R9 (И22.085.022 Э3) установите величину выходного напряжения равную 0,6 В.

Установите переключатель « \sim , \perp , \approx » в положение « \perp ».

Подключите контрольный осциллограф к контрольным точкам x12 и x13 (И22.032.215 Э3). При наличии возбуждения операционных усилителей подберите величину сопротивления резисторов R52 и R53 (И22.032.215 Э3).

Установите коэффициент развертки 100 мкс/дел, коэффициент отклонения 100 мВ/дел и подайте на вход « \odot 1M Ω 20pF» импульсы внутреннего калибратора. Подбором резисторов R208* и R212* (И22.030.213 Э3) установите прямоугольную форму импульса внутреннего калибратора.

Подайте на входы « \odot 1M Ω 20pF» осциллографа испытательный импульс от генератора И1-14 такой амплитуды, чтобы при коэффициенте отклонения 10 мВ/дел изображение составляло 8 дел. Установите коэффициент развертки 10 нс/дел, засинхронизируйтесь положительным фронтом импульса и ручкой

ГРУБО, ПЛАВНО установите изображение фронта импульса по центру экрана. В случае необходимости подстройте переходную характеристику подстроечными элементами C17 (C39 во втором канале) C60 (И22.030.213 Э3); R18, C11, C12 (И22.030.221 Э3).

Установите коэффициент отклонения 5 мВ/дел и подстройте переходную характеристику C15 (C36 во втором канале) И22.030.213 Э3.

Установите коэффициент отклонения 10 мВ/дел. Подключите ко входу осциллографа выносной делитель И22.727.080, скомпенсируйте его. Показание коэффициента отклонения должно увеличиться в 10 раз.

Подайте на вход делителя импульс с генератора И1-14 такой амплитуды, чтобы на экране ЭЛТ величина изображения была (6—8) дел. Регулировкой потенциометрами R1 и R2 делителя 1:10 (И22.727.080) установите время нарастания переходной характеристики не более 9 нс при величине выброса не более 7%. Проверить работу в автоматическом режиме, для этого тумблер

« \odot , \uparrow » установите в положение « \odot ».

5. 11. Настройка системы цифровых измерений

Включите осциллограф. Нажмите кнопку «U». В левом нижнем углу должны быть показания индикации.

При помощи вольтметра В7-16А установить напряжение в пределах от минус 0,9997 до минус 1,0003 В на выводе 2 потенциометра R24 (И22.710.012 Э3) и напряжение в пределах от +1,0003 на выводе 2 потенциометра R35 (И22.710.012 Э3).

Установите переключатель ручного выбора коэффициента отклонения канала I в положение «100 мВ/дел».

Ручкой перемещения луча канала I по вертикали (« \uparrow ») совместите линию луча ЭЛТ с центральной горизонтальной линией координатной сетки экрана. Переключатель входа канала I при этом должен находиться в положении « \perp ». Нажмите на кнопку «УСТ. 0» и поддерживайте ее в этом состоянии. Изменяя состояние потенциометра R1 (И22.710.012) добейтесь, чтобы показания в левом нижнем углу экрана были в пределах от 450 до 550 мВ. Отпустите кнопку «УСТ. 0». Изменяя состояние потенциометра R6 (И23.036.058) добейтесь, чтобы показания в нижнем левом углу не отличались от нуля более чем на ± 1 единицу младшего разряда. Убедитесь, что установка нуля происходит при любом положении луча ЭЛТ в пределах координатной сетки. Подайте на гнездо канала I (« \odot 1M Ω 20pF») от генератора Г5-60 импульсы напряжением 0,8 В, длительностью 0,5 мкс, периодом 1 мкс.

Высота символов индикации должна быть в пределах $(4,5 \pm 1)$ мм. Регулировку в случае необходимости производить потенциометрами R76 и R81 (И23.054.015 Э3).

10. Регулировка тракта вертикального отклонения

Установите переключатели обоих каналов в следующие положения: переключатель « \sim , \perp , \approx » — в положение « \perp »;

потенциометр « Δ Y» — в крайнее правое положение;

переключатель « \odot , \uparrow » — в положение « \uparrow »;

переключатель коэффициентов отклонения — в положение «100 мВ/дел»; режим работы — двухканальный.

Включите настраиваемый прибор. После 15 мин. прогрева закоротите между собой точки подключения линии задержки (точки 1 и 2 платы И22.030.221 Э3). Регулировкой сопротивления R19 (И22.030.221 Э3) установите линию луча по центру экрана ЭЛТ. Снимите закоротку.

Потенциометром « \downarrow » I и II каналов установите нулевой потенциал соответственно в точках x5 и x16 (И22.030.213 Э3).

Потенциометрами БАЛАНСИР (R7 и R8 И22.068.805) установите нулевой потенциал в точках x4 и x15 (для второго канала).

Потенциометрами R58 и R153 (для второго канала) установите нулевые потенциалы на выходах предусилителей синхронизации (точки x11, x23 И22.030.213 Э3).

На входы « \odot 1M Ω 20pF» подайте от внутреннего калибратора прямоугольные импульсы, а переключатель « \sim , \perp , \approx » в положение « \sim ».

Потенциометрами R54 (R142 для второго канала) И22.030.213 Э3 установите размер изображения импульсов на экране ЭЛТ величиной 6 делений.

Потенциометром R22 (R108 для второго канала) И22.030.213 Э3 установите прямоугольную форму импульса.

Подайте на вход « \odot 1M Ω 20pF» первого канала сигнал от генератора ГЗ-109 типа «Меандр» частотой 1 кГц. Установите амплитуду выходного напряжения такой, чтобы на экране получить 6 делений. Регулировкой емкости конденсатора C4 (И25.177.012) скомпенсируйте изображение плоской вершины импульса (наиболее близкой к прямоугольной).

Установите 6 делений на экране ЭЛТ при коэффициентах отклонения 1 В/дел. и регулировкой емкости конденсатора C3 (И22.772.012) скомпенсируйте делитель 1:100.

Аналогично для второго сигнала. При этом компенсацию делителя 1:10 (при коэффициенте отклонения 100 мВ/дел) производите конденсатором C3 (И22.172.012-01), а делителя 1:100 — конденсатором C4 (И22.172.012-01).

Измерьте прибором E7-9 входную емкость, она должна быть в пределах (20 ± 2) пФ. Необходимую подстройку производите:

для I канала:
конденсатором C1 (И22.172.012) для делителя 1:10 (при коэффициенте 100 мВ/дел);
конденсатором C2 (И22.172.012) для делителя 1:100 (при коэффициенте 1 В/дел);

для II канала:
конденсатором C1 (И22.172.012-01) для делителя 1:10 (при коэффициенте 100 мВ/дел);
конденсатором C2 (И22.172.012-01) для делителя 1:100 (при коэффициенте 1 В/дел).

5. 5. Регулировка схемы синхронизации

Приступая к регулировке, особое внимание обратите на отсутствие замыкания на земляную шину выходов микросхем серии 100. В противном случае при включении питания они выйдут из строя.

Установите переключатель выбора источника синхронизации в положение «ВНЕШ. 1:1», переключатель «Z, Z, ВНЕШ.» — в положение «Z», переключатель режима синхронизации — в положение « \uparrow », переключатель

« \odot L \odot \sim , \uparrow » — в положение « \uparrow ».

При отсутствии входного сигнала проверьте вольтметром В7-16А установку нуля в точке x1 (И22.075.028 Э3) в обоих положениях «I» и «II» переключателя ВНУТР. СИНХР.

Подрегулировку при необходимости осуществляйте потенциометрами:

в положении I — R58 (И22.030.213 Э3);

в положении II — R153 (И22.030.213 Э3).

Измерьте вольтметром В7-16А установку нуля в точке x5 (И22.075.028 Э3). При необходимости подрегулировку осуществляйте потенциометром R18 (И22.075.028 Э3).

Вращая ручку УРОВЕНЬ из крайнего левого положения в крайнее правое, измерьте напряжение в точке x7 вольтметром В7-16А, оно должно изменяться от минус 1,3 В до +2,7 В.

Установите переключатель режима синхронизации в положение « \odot » и вольтметром В7-16А измерьте напряжение на выводах 14 и 22 пикового детектора И22.245.044 (входящего в схему И22.075.028 Э3). Напряжение должно быть равно минус 0,18 В. При необходимости подрегулировку проводить потенциометрами R9 и R13 (И22.075.028 Э3).

Подборочным резистором R59 (И22.075.028 Э3) установите с помощью вольтметра В7-16А в точке x7 потенциал равный потенциалу точки x4 (примерно +0,7 В).

Подайте на вход « \odot ВНЕШ» синусоидальный сигнал частотой 100 кГц и размахом 0,4 В. Подключите один щуп контрольного осциллографа С1-64 к точке x4, а второй — к точке x7.

Потенциал в точке x7 должен быть равен среднему уровню сигнала в точке x4. Переключите второй щуп в точку x9 и подбором резистора R99 (И22.075.028) добейтесь симметрии фронтов импульсов на туннельных диодах V42 и V46 (И22.075.028 Э3).





Подайте на вход « \odot ВНЕШ» синусоидальный сигнал 20 Гц, подбором R92* (И22.075.028 Э3) устраните звоны на импульсах. Проверьте работу туннельных диодов на частотах 60 МГц.

Подайте на вход I канала (гнездо « \odot 1M Ω 20pF») сигнал от генератора ГЗ-109 частотой 1 кГц и размахом 6 делений. Обратите внимание на то, что развертка начинается на растущем участке синусоиды при положении переключателя полярности «+», и на падающем — в положении «-».

Подсоедините второй щуп делителя контрольного осциллографа в точку x15. В положении переключателя полярности «+» изображение отрицательного импульса ИЗР на экране контрольного осциллографа С1-64 должно начинаться с положительного фронта синхронизирующего импульса.

Проверьте работу устройства синхронизации в автоматическом режиме.

5. 6. Регулировка генератора развертки

Установите переключатель «Z., Z., ВНЕШ.» в положение «Z.», переключатель «  ,  ~,  » — в положение «  ». При отсутствии сигнала на входе схемы синхронизации развертка должна отсутствовать.

Установить переключатель «Z., Z., ВНЕШ.» в положение «Z.», на экране осциллографа должна появиться линия развертки, если линия развертки отсутствует, проверьте напряжение в точке x12 (И22.081.037 Э3). Оно должно быть равно минус 1,5 В, в случае отклонения подберите R79 (И22.081.037 Э3).







Вращая ручку «ПЛАВНО» регулировка коэффициентов развертки из фиксированного правого положения в крайнее левое, проверить чтобы длительность прямого хода развертки увеличивалась не менее чем в 2,5 раза. Обратите особое внимание на наличие полочки на уровне 1 В перед прямым ходом развертки во всем диапазоне регулировки ручки ПЛАВНО при различных коэффициентах развертки.

Установите коэффициент развертки 100 мкс/дел. Подключите щуп выносного контрольного осциллографа С1-64 к точке x11 (И22.081.037 Э3) и установите длину прямого хода пилообразного напряжения 10 делений.

Второй щуп подключите к точке x13 (И22.081.037 Э3) и потенциометром R67 (И22.081.037 Э3) установите передний фронт положительного импульса на расстоянии 2 деления от начала прямого хода пилообразного напряжения. Подключите второй щуп в точку x14 и потенциометром R70 (И22.081.037 Э3) установите передний фронт импульса на расстоянии 7,5 делений от начала прямого хода пилы.

5. 7. Регулировка усилителя X и калибровка длительности развертки


Включите настраиваемый осциллограф. Установите переключатель «Z., Z., ВНЕШ.» в положение «Z.», переключатель «  ,  ~  » в положение «  X0,1X1 ». На экране должна быть линия развертки.

Установить коэффициент развертки равным 500 мс/дел., светящаяся точка должна медленно двигаться по экрану слева направо. Если луч движется в обратном направлении, то нужно поменять местами выводы на отклоняющих пластинах ЭЛТ. Установить коэффициент развертки равным 100 мкс/дел.



Проверьте действие ручек «ГРУБО» и «ПЛАВНО». Перемещение должно быть симметричным, подрегулировка осуществляется подбором резистора R11* (И22.032.195 Э3).

Кроме линии развертки луча на экране ЭЛТ должны наблюдаться символы знаковой индикации в верхнем и нижнем делениях шкалы. Расстояние между словами регулируется подбором сопротивления R48* (И22.032.195 Э3), горизонтальное положение слов регулируется резистором R22* (И22.032.195 Э3).



Установите потенциометром «  X1 » R45 (И22.048.007 Э3) длину линии развертки (10,5... 11) делений.

Подайте на вход одного из каналов вертикального отклонения сигнал от калибратора осциллографа И1-9 равный 10 кГц (100 мкс) и потенциометром R47 (И22.076.013 Э3) откалибруйте развертку так, чтобы на 10 делениях шкалы осциллографа укладывалось 10 периодов исследуемого сигнала.


Установите коэффициент развертки равным 10 мс/дел, подайте на вход одного из каналов сигнал от калибратора осциллографов И1-9 равный 100 Гц (10 мс) и потенциометром R48 (И22.076.013 Э3) откалибруйте развертку так, чтобы на 10 делениях шкалы осциллографа укладывалось 10 периодов сигнала.

Установите коэффициент развертки 100 мс/дел, подайте сигнал от калибратора осциллографов И1-9 равный 10 Гц (100 мс) и потенциометром R49 (И22.076.013 Э3) откалибруйте развертку так, чтобы на 10 делениях шкалы осциллографа укладывалось 10 периодов сигнала.

Установите коэффициент развертки 100 нс/дел, подайте на вход сигнал от И1-9 равный 10 МГц (100 нс) и подстроечным конденсатором С26 (И22.081.037 Э3) откалибруйте развертку так, чтобы на 10 делениях шкалы осциллографа укладывалось 10 периодов сигнала.

Нажмите кнопку «  X0,1 », установите коэффициент развертки равным 100 мкс/дел, подайте сигнал от И1-9 равный 100 кГц и потенциометром «  X0,1 » R39 (И22.048.007 Э3) скалибруйте развертку.

Установите коэффициент развертки равный 50 нс/дел, подайте сигнал от И1-9 равный 20 МГц и регулировкой конденсаторов С24, С25, С28, С29 (И22.032.195 Э3) добейтесь линейности рабочей части развертки.

Установите переключатель «Z., Z., ВНЕШ.» в положение ВНЕШ., переключатель выбора источника синхронизации — в положение «ВНЕШ. 1:1». На гнездо «  ВНЕШ. » подайте с калибратора осциллографов И1-9 сигнал амплитудой 2 В.

Размер горизонтальной линии должен быть равным 10 делениям. Регулировку производите подбором R7 (И22.075.028 Э3).

5. 8. Настройка усилителя Z

Установите переключатель «Z., Z., ВНЕШ.» в положение «Z.». Включите прибор. После 5-минутного прогрева проверьте действие ручек ЯРК. СИГН. и ЯРК. ИНД., в крайнем левом положении луча и символов индикации не должно быть видно на экране ЭЛТ.

Подключить щуп выносного делителя контрольного осциллографа С1-64 к точке x5. Потенциал точки x5 при повороте ручки ЯРК. СИГН. должен изменяться в пределах от +7 до +60 В, при повороте ручки ЯРК. ИНД. от +7 до +80 В. В случае необходимости подберите резисторы R13* и R14* (И22.035.351 Э3).

Регулировкой емкости подстроечного конденсатора С5 (И22.035.351 Э3) добейтесь времени нарастания импульсов 40... 50 нс при отсутствии выброса.

При любых операциях на усилителе Z, требующих пайки элементов, прибор необходимо выключить.

5. 9. Настройка устройства управления, устройства выбора знаков, генератора знаков

Включите прибор. На экране должны наблюдаться линии развертки и символы цифровой индикации.

В случае необходимости, регулировкой потенциометра R54 (И23.055.059 Э3) установите такой размер одной ступеньки, чтобы горизонтальное расстояние между знаками на экране было равно 4—5 мм. Резистором R53 (И23.055.059 Э3) выставьте положение слов на экране.

Установите переключатель «Z., Z., ВНЕШ.» в положение ВНЕШ. В положении переключателя синхронизации «ВНЕШ. 1:1» на экране должно выписываться 200 мВ/дел, а в положении «ВНЕШ. 1:10» — 2 В/дел. Если эти показания отсутствуют, необходимо проверить наличие строка слова 3 в.

Вид неисправности	Вероятная причина неисправности	Методы устранения неисправности
12. Отсутствует сигнал на выходе калибратора	Неисправны микросхема У1, транзистор Т1, диоды Д1—Д4 (И22.085.022 Э3) Обрыв кабеля, подходящего к коммутатору И23.629.053 (А14)	Проверьте наличие сигнала на выходе микросхемы У1, в случае отсутствия сигнала микросхему замените. При наличии сигнала на выходе микросхемы проверьте транзистор Т1 и диоды Д1—Д4. Неисправные элементы замените Устраните обрыв кабеля
13. Отсутствие синхронизации изображения исследуемого сигнала:	Неисправна цепь прохождения сигнала: X1, R1, S1, S2 (И22.048.007 Э3) Неисправны полупроводниковые элементы схемы синхронизации (И22.075.028 Э3) и пикового детектора (И22.245.044 Э3)	Замените неисправный элемент или восстановите их распайку Подайте на внешний вход блока синхронизации сигнал собственного калибратора амплитудой 0,6 В. Проверьте прохождение сигнала по цепи синхронизации от точки 2 до точки 23 платы синхронизации И22.075.028 Э3. Отсутствие сигнала на элементе по цепи его прохождения говорит о неисправности элемента или цепей питания. Замените неисправный элемент
в) при внутренней синхронизации	Оборван кабель, соединяющий переключатель S3 блока вертикального отклонения (И22.068.805 Э3) с платой синхронизации. Неисправны транзисторы усилителя синхронизации V2, V8, V12, V14.	Восстановите или замените кабель. Проверьте транзисторы V2, V8, V12, V14, в случае неисправности замените

для снятия отклоняющих катушек отвинтите винты, крепящие их к экрану ЭЛТ;

для замены неисправной лампочки подсвета шкалы ЭЛТ снимите светопровод, отвинтив крепящие его винты, и отпаяйте неисправную лампочку;

заменив неисправную ЭЛТ, отклоняющую катушку или лампочку подсвета, повторите описанные выше операции в обратном порядке. При установке или извлечении ЭЛТ из экрана необходимо исключить возможность воздействия на штырьковые выводы, расположенные на горловине и на цоколе ЭЛТ, изгибающих механических нагрузок.

В случае неисправности в блоке вертикального отклонения и необходимости его съема проделайте следующее:

снимите ручки управления переменных резисторов и переключателей; отсоедините разъем и разъемные контакты, соединяющие блок вертикального отклонения с базовым блоком;

отвинтите винты, крепящие блок к отгибам средней поперечной стенки и к передней панели прибора, сняв предварительно крышку аттенюатора;

отвинтите гайку переключателя «РЕЖИМ Y»;

снимите блок, перемещая его назад и вниз.

Установку блока вертикального отклонения в прибор производите в обратном порядке.

Для съема блока высоковольтного преобразователя напряжения отвинтите винты, крепящие его к шасси, предварительно отсоединив разъем, провод высокого напряжения и отпаяв провода под защитным колпачком.

Для замены силового трансформатора снимите заднюю панель прибора, отвинтите плату выпрямителей, снимите плату автоматики Z, снимите верхнюю часть магнитного экрана силового трансформатора, а затем отвинтите четыре винта, крепящие трансформатор к задней поперечной стенке и два винта, крепящие трансформатор к средней поперечной стенке.

Для доступа к стабилизаторам низковольтных источников питания, к платам усилителя Z и выпрямителей снимите заднюю панель прибора.

Для замены элементов на платах, имеющих разъемы, отвинтите винты, крепящие платы, и снимите плату. При замене элементов на платах, имеющих поворотные шарниры, отвинтите винты, крепящие платы, и поверните плату в удобное для демонтажа положение.

6. 1. 2. Поиск неисправности следует вести в следующем порядке:

а) проверить подключенную аппаратуру, правильность подачи сигнала и исправность кабелей и пробников;

б) проверить положение ручек управления, т. к. их неправильное положение может создать видимость несуществующей неисправности;

в) проверить правильность регулировки прибора или поврежденного узла, если возникает неисправность в одном из узлов.

Обнаруженная неисправность может быть результатом неправильной подстройки и устраняется при регулировке.

Прибор состоит из нескольких функциональных групп. Взаимосвязь между функциональными группами показана в табл. 3, которая облегчает поиск неисправностей в приборе. В левой колонке таблицы дан перечень функциональных групп в порядке возрастания их влияния на работу друг друга.

Эта таблица не дает исчерпывающей информации о всех взаимодействующих узлах, но служит в качестве пособия при поиске неисправности. Для определения неисправности в схеме проанализируйте все признаки повреждения. Найдите горизонтальную линию, которая соответствует поврежденной схеме. Проверьте, прежде всего, эту схему. Если она не является источником повреждения, проверьте первую отмеченную знаком «X» схему в вертикальной колонке, пересекающей данную горизонтальную линию. Если неисправности трудно обнаружить, воспользуйтесь таблицей 4.

Взаимосвязь между функциональными группами прибора

Наименование функциональных групп	Аттенюатор	Усилитель «У» предварительный	Усилитель «У» выходной	Автоматика «У»	Устройство синхронизации	Генератор развертки	Автоматика «Х»	Усилитель «Х»	Автоматика «Z»	Усилитель «Z»	Устройство управления	Устройство выбора знаков	Генератор знаков	Система цифровых измерений	Цифровая система измерений	Источники питания
Аттенюатор	×															
Усилитель «У» предварительный		×														
Усилитель «У» выходной			×													
Автоматика «У»				×												
Устройство синхронизации					×											
Генератор развертки						×										
Автоматика «Х»							×									
Усилитель «Х»								×								
Автоматика «Z»									×							
Усилитель «Z»										×						
Устройство управления											×					
Устройство выбора знаков												×				
Генератор знаков													×			
Система цифровых измерений															×	
Источники питания																×

Продолжение табл. 4

Вид неисправности	Вероятная причина неисправности	Методы устранения неисправности
7. Завышены напряжения минус 2900, +9000, минус 3030 В	Неисправны транзисторы высоковольтного преобразователя И23.211.045 Закорочены резисторы R11—R13 (И22.032.098-02 ЭЗ) Пробит диод V1 (И23.211.045 ЭЗ) Увеличены напряжения +80, минус 12 В	Проверьте транзисторы, неисправные замените Устраните причину короткого замыкания Проверьте диод, неисправный замените Устраните причину увеличения напряжений
8. Занижены или отсутствуют напряжения минус 2900, +9000, минус 3030 В	Короткое замыкание или перегрузка на выходе одного или двух источников Занижены или отсутствуют напряжения стабилизаторов +27, +80, +12, минус 12 В Перегорел предохранитель Пр (И22.032.098-02 ЭЗ) Неисправны транзисторы высоковольтного преобразователя И23.211.045	Устраните короткое замыкание или перегрузку на выходе источников Устраните причину уменьшения или отсутствия напряжений Замените предохранитель Проверьте транзисторы, неисправные замените
9. Отсутствует луч на экране ЭЛТ	Плохой контакт панели ЭЛТ Неисправна ЭЛТ Нет всех необходимых питающих напряжений ЭЛТ Неисправна схема усилителя Z	Исправьте контакт или замените панель ЭЛТ Замените ЭЛТ Проверьте и устраните неисправности в цепях питания ЭЛТ Проверьте и устраните неисправности в усилителе Z
10. Луч не перемещается по вертикали, при нажатии кнопки «ПОИСК ЛУЧА», луч появляется в пределах экрана	Разбалансирован усилитель Y Неисправны резисторы R9, R10 (И22.068.805 ЭЗ) Неисправен предварительный усилитель Y (И22.030.213 ЭЗ) Неисправен выходной усилитель Y, транзисторы V1—V4 (И22.030.221 ЭЗ)	Произведите балансировку усилителя Замените резисторы Проверьте полупроводниковые элементы V1—V44, A1—A18 Проверьте исправность транзисторов V1—V4, неисправные транзисторы замените
11. Нет сигнала на экране ЭЛТ	Обрыв входного кабеля Неисправен предварительный усилитель Y, транзисторы V3, V21 (И22.030.213 ЭЗ) Не включается соответствующий делитель аттенюатора	Исправьте или замените входной кабель Проверьте транзисторы V3, V21, в случае неисправности замените Проверьте исправность контактов КЭМ-2 и схему их включения, неисправные элементы замените

Вид неисправности	Вероятная причина неисправности	Методы устранения неисправности
4. Отсутствуют или сильно занижены выходные напряжения стабилизаторов +12, +5, +27, +80, минус 12 В, 5 В (а), +12 В (а), минус 12 В (а)	Неисправны транзисторы V8—V14, V16—V18 (И22.048.007 Э3), транзисторы, расположенные на платах А25—А28 (И22.048.007 Э3) Напряжение не поступает на вход стабилизаторов Короткое замыкание или перегрузка на выходе одного или нескольких стабилизаторов Перегорели вставки плавкие F1 (И22.048.007 Э3), F (И23.215.174 Э)	Проверьте транзисторы, неисправные замените Проверьте напряжения на входе стабилизаторов Устраните причину отсутствия напряжений Устраните короткое замыкание или перегрузку на выходе стабилизаторов Замените вставку плавкую. Перед включением устраните причину перегорания вставки плавкой
5. Напряжение на выходе стабилизаторов минус 12, +5, +12, +27, +80 В, +5 В, (а), +12 В (а), минус 12 В (а) завышены и не регулируются соответствующими потенциометрами	Неисправны транзисторы V8—V14, V16—V18 (И22.048.007 Э3), транзисторы, расположенные на платах А25—А28 (И22.048.007 Э3) Обрыв цепи нагрузки стабилизаторов Неисправны потенциометры R6, R11 (И23.233.178 Э3), R21, R24, R27 (И23.233.196 Э3), R28 (И22.048.007 Э3), R7 (И23.233.122-01 Э3), R9 (И23.233.123-01 Э3)	Проверьте транзисторы, неисправные замените Устраните обрыв в цепи стабилизаторов Проверьте потенциометры, неисправный замените
6. Пульсации выходных напряжений источников минус 10, +5, +12, +80 В, +5 В (а), +12 В (а), минус 12 В (а), минус 2900, +9000 В, +150, +200 В завышены	Обрыв или значительное уменьшение емкости конденсаторов С16—С30 (И22.048.007 Э3), С5, С6 (И23.215.174 Э3), любого из конденсаторов, расположенных на платах А25—А28 (И22.048.007 Э3) и в преобразователе высоковольтном И23.211.045 Перегрузка источников питания Занижены напряжения на входе стабилизаторов	Проверьте конденсаторы, неисправные замените Устраните перегрузку Устраните причину уменьшения напряжения на входе стабилизаторов

Неисправная работа всех схем часто указывает на неисправность в низковольтном блоке питания. Поэтому прежде всего проверьте правильность регулировки отдельных источников. Если напряжение источников в пределах указанных допусков, то можно предположить, что источник работает правильно. Отклонения значений напряжения указывают на неправильную работу или плохую регулировку источника.

Следует помнить, что поврежденный элемент где-либо в приборе также может повлиять на работу других схем и ввести в заблуждение относительно неисправности блока питания.

6. 1. 3. При замене ЭЛТ, как правило, возникает необходимость подрегулировки схемы ЭЛТ.

Включите прибор в сеть и после пятиминутного прогрева проверьте действие ручек ЯРК. СИГН., ФОКУС и АСТИГ. Если с помощью ручки ЯРК. СИГН. не удается обеспечить требуемую для измерений яркость изображения или при крайнем левом положении ручки видна линия на экране ЭЛТ, то регулировкой резистора R1 (И23.211.045 Э3) установите требуемую яркость. Сфокусируйте изображение на экране ЭЛТ ручками ФОКУС и АСТИГ. Если это не удастся, необходимо установить ручку ФОКУС в среднее положение и подбором резистора R12* (И22.048.007 Э3) добиться наилучшей фокусировки изображения.

Затем необходимо устранить погрешность ортогональности. Погрешность ортогональности отклонения по осям определяется при двух последовательных смещениях луча: по вертикали и горизонтали. Вначале линию горизонтальной развертки совместите с началом осевой горизонтальной линии шкалы ЭЛТ (рис. 11) и определите величину удаления a_1 линии развертки от конца шкалы.

Определение погрешностей ортогональности по осям ЭЛТ

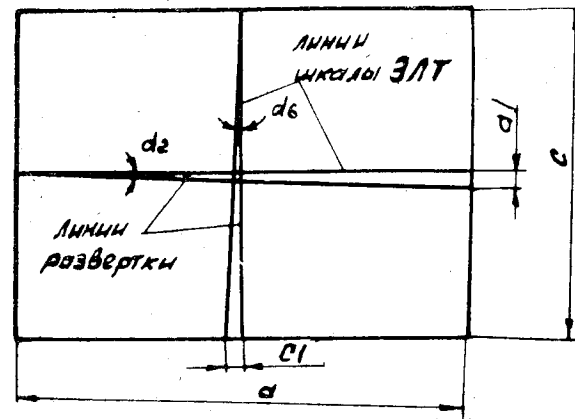


Рис. 11

Затем на вход I канала « \odot 1M Ω 20pF» от генератора ГЗ-109 подайте сигнал частотой 1 кГц, переключатель «Z, Z., ВНЕШ.» установите в положение ВНЕШ., отрегулируйте величину входного сигнала так, чтобы вертикальная линия имела размер, превышающий размер шкалы ЭЛТ. Полученную линию при помощи ручек « \leftarrow ГРУБО» и « \leftarrow ПЛАВНО» совместите с началом осевой вертикальной линии шкалы ЭЛТ (рис. 11) и определите величину удаления раз-

вертки от конца шкалы (c_1). Погрешность ортогональности α в градусах рассчиты-

$$\alpha_2 = \arctg \frac{a_1}{a},$$

$$\alpha_6 = \arctg \frac{c_1}{c},$$

(6. 1)

где a_1, c_1 — максимальное удаление линии развертки от линии шкалы ЭЛТ, в делениях (рис. 11);

a, c — размер шкалы ЭЛТ на той оси, по которой измеряется удаление линии развертки, в делениях (рис. 11).

Погрешность не должна превышать 1° . Регулировка осуществляется потенциометром R2 или R3 (И23.450.004 ЭЗ).

Геометрические искажения определяются у двух горизонтальных и у двух вертикальных границ шкалы. Вначале линию горизонтальной развертки совмещают с верхней и нижней границами шкалы ЭЛТ и определяют максимальное удаление a_2 линий развертки от границ шкалы (рис. 12). Затем линию вертикальной развертки совмещают с левой и правой границами шкалы ЭЛТ и определяют максимальное удаление c_2 линии развертки от границ шкалы (рис. 12). Относительное значение геометрических искажений G в процентах рассчитывается

по формулам:

$$G_2 = \frac{2a_2}{a} \cdot 100,$$

$$G_6 = \frac{2c_2}{c} \cdot 100,$$

(6. 2)

где a_2, c_2 — максимальное удаление линии развертки от границ шкалы, в делениях (рис. 12).

Погрешность не должна превышать 2%. Регулировка осуществляется потенциометрами R1, R4 (И23.450.004 ЭЗ).

Форма горизонтальных и вертикальных линий луча ЭЛТ при наличии геометрических искажений

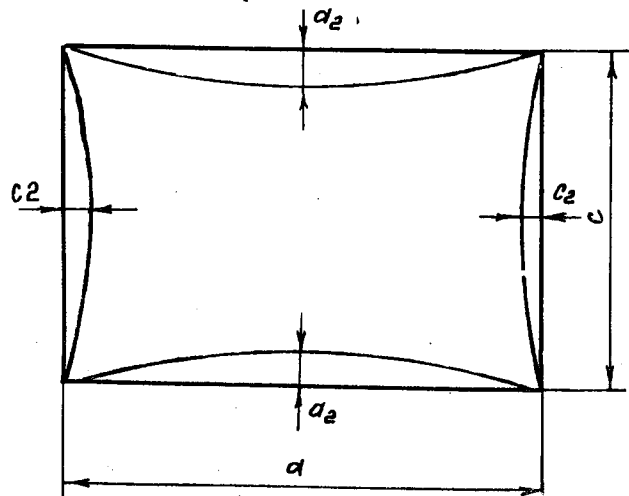


Рис. 12

6. 2. Краткий перечень возможных неисправностей

6. 2. 1. Возможные неисправности и методы их устранения приведены в табл. 4.

Таблица 4

Возможные неисправности		
Вид неисправности	Вероятная причина неисправности	Методы устранения неисправности
1. Прибор не включает-ся	Перегорела вставка плавкая (И22.048.007 ЭЗ)	Проверьте вставку плавкую, неисправную замените
	Неисправны тумблера S11, S12 (И22.048.007 ЭЗ) Обрыв в питающем кабеле	Проверьте исправность тумблеров Замените питающий кабель
2. При включении тумблера «СЕТЬ» перегорает вставка плавкая F1 (И22.048.007 ЭЗ) или сильно греется трансформатор T1 (И22.048.007 ЭЗ)	Обрыв в первичной обмотке трансформатора T1 (И22.048.007 ЭЗ) или подводящих к нему проводов	Проверьте трансформатор и поступление на него напряжения питающей сети
	При включении прибора в сеть с напряжением 220 В тумблер S12 (И22.048.007 ЭЗ) находится в положении «115 В»	Переведите тумблер S12 (И22.048.007 ЭЗ) в положение «220 В»
3. Не стабилизируют стабилизаторы +5, +12, +80, минус 12 В, +5 В (а), +12 В (а), минус 12 В (а), +27 В	Короткое замыкание или перегрузка в первичной цепи трансформатора T1 (И22.048.007 ЭЗ)	Проверьте трансформатор и его первичные и вторичные цепи
	Пробиты выпрямительные диоды V1—V11 (И23.215.174 ЭЗ), V2—V7 (И22.048.007 ЭЗ) микросхемы A1—A3 (И23.233.196 ЭЗ)	Проверьте диоды и микросхемы, неисправные замените
4. Не стабилизируют стабилизаторы +5, +12, +80, минус 12 В, +5 В (а), +12 В (а), минус 12 В (а), +27 В	Пробиты электролитические конденсаторы C1—C4 (И23.233.196 ЭЗ), (И22.048.007 ЭЗ)	Проверьте конденсаторы, неисправные замените
	Короткое замыкание или перегрузка в выпрямителях или стабилизаторах	Найдите и устраните неисправность
5. Не стабилизируют стабилизаторы +5, +12, +80, минус 12 В, +5 В (а), +12 В (а), минус 12 В (а), +27 В	Неисправны транзисторы V8—V14, V16—V18 (И22.048.007 ЭЗ), транзисторы, расположенные на платах A25—A28 (И22.048.007 ЭЗ)	Проверьте транзисторы, неисправные замените
	Неисправны стабилитроны D6 (И23.233.178 ЭЗ), V12 (И23.215.174 ЭЗ) D1 (И23.233.122-01 ЭЗ), D1—D3 (И23.233.123-01 ЭЗ)	Проверьте стабилитроны, неисправные замените
6. Не стабилизируют стабилизаторы +5, +12, +80, минус 12 В, +5 В (а), +12 В (а), минус 12 В (а), +27 В	Обрыв цепи нагрузки стабилизаторов, т. е. они работают на холостом ходу	Устраните обрыв в цепи нагрузки стабилизаторов

Наименование средства поверки	Основные технические характеристики средства поверки		Примечание
	пределы измерения	погрешность	
Частотомер электронносчетный	Тизм. $1 \cdot 10^{-6} - 1 \cdot 10^5$ с Физм. $0 - 50$ МГц	$\Delta_{\text{пол}} = 5 \cdot 10^{-9}$	ЧЗ-54 С1-65А М4100/1 УПУ-1 или УПУ-10
Оциллограф	$U_n = 12$ В $T_n = 1$ мкс—1 с	5 %	
Мегомметр	0 ... 100 МОм	1 %	
Универсальная пробойная установка	0 ... 10 кВ	4 %	

Вид неисправности	Вероятная причина неисправности	Методы устранения неисправности
г) при работе прибора в автоколебательном режиме развертки	Неисправна схема автоматического мультивибратора (И22.081.037 ЭЗ)	Проверьте исправность элементов V1, V4, V5, V6, V7, V8, V9, неисправные замените
14. В режимах «Z.» и «Z.» не переключается полярность синхронизации	Неисправен переключатель S1 «←, →» коммутатора И23.629.057 (A1) или оборваны провода, подходящие к нему	Проверьте переключатель, неисправный замените.
15. Не работает ручка УРОВЕНЬ	Неисправен потенциометр R6 (И22.048.007 ЭЗ), оборваны провода, идущие к нему	Оборванные цепи восстановите Проверьте R6, в случае неисправности замените. Восстановите оборванные цепи
16. Не работает генератор развертки в режимах «Z.», и «Z.»	Неисправны элементы схемы развертки И22.081.037	Проверьте соответствие потенциалов на электродах транзисторов картам режимов. Проверьте исправность транзисторов и диодов. Неисправный элемент замените
17. Отсутствует перемещение луча по горизонтали	Неисправен усилитель (И22.032.195 ЭЗ), потенциометры R13, R14 (И22.048.007 ЭЗ)	Проверьте исправность элементов. Неисправный замените

7. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

Профилактические работы

При вскрытии прибора и проведении профилактических работ необходимо соблюдать меры безопасности, указанные в разделе 2.

Профилактические работы проводятся с целью обеспечения нормальной работы прибора в течение его эксплуатации.

Рекомендуемая периодичность и виды профилактических работ:

визуальный осмотр — каждые три месяца;

внутренняя и внешняя чистка — каждые 6 месяцев;

смазка — каждые 12 месяцев.

При осмотре внешнего состояния прибора проверяется крепление органов управления, плавность хода, четкость фиксации их, состояние лакокрасочных и гальванических покрытий.

Рекомендуется проверять комплектность прибора и исправность запасных частей.

Скопление пыли в приборе может вызвать перегрев и повреждение элементов, т. к. пыль служит теплоизолирующей прокладкой и уменьшает эффективность рассеивания тепла.

Внутри прибора пыль устраняется продувкой сухим воздухом. Необходимо особое внимание обращать на высоковольтные узлы и детали, т. к. скопление пыли в них может вызвать пробой. Пыль снаружи прибора удаляется мягкой ветошью.

Надежность работы переключателей и других вращающихся элементов можно увеличить за счет смазки. Для смазки основных втулок переключателей и других деталей используется технический вазелин.

Смазка производится аккуратно, т. к. попадание смазочных веществ на ножи переключателей или элементы на платах может привести к выходу прибора из строя.

8. ПОВЕРКА ОСЦИЛЛОГРАФА

8. 1. Общие положения

Настоящий раздел составлен в соответствии с требованиями ГОСТ 8.311-78 «Осциллографы электронно-лучевые универсальные. Методы и средства поверки» и устанавливает методы и средства поверки осциллографов универсальных С1-98 при выпуске из ремонта.

Периодичность поверки — один раз в год.

8. 2. Операции и средства поверки

При проведении поверки должны выполняться операции и применяться средства поверки, указанные в табл. 5.

Технические характеристики средств поверки приведены в табл. 6.

Таблица 6

ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СРЕДСТВ ПОВЕРКИ

Наименование средства поверки	Основные технические характеристики средства поверки		Тип средства поверки	Примечание
	пределы измерения	погрешность		
Калибратор осциллографов	U _{вых.} (30·10 ⁻⁶ —100) В T (1·10 ⁻⁶ —10) с F _{имп.} 500 Гц τ _ф ≤ 0,25·10 ⁻⁹ с	(0,0025 U + 3 мкВ) 10 ⁻⁴ Тк ± 30 %	И1-9	
Генератор импульсов	U _{изм.} 3·10 ⁻³ —300 В F _{изм.} 10—50·10 ⁶ Гц	5,2—4 %	И1-14	
Вольтметр переменного тока	U _{изм.} 20·10 ⁻³ —100 В	$(0,2 \div 12) \times \frac{0,08}{U}$	В3-48	
Генератор сигналов низкочастотный	F _{изм.} 20—10 ⁹ Гц F _{сигн.} 20—2003 Гц U _{сигн.} 4,9—49 В S _{сигн.} 0—100 дБ	(0,01 + 0,5) Гц 2,5 % 0,8 дБ	В3-49	
Генератор сигналов низкочастотный	F _{сигн.} 0,01—2 МГц	4 %	Г3-109	
Генератор сигналов высокочастотный	U _{вых.} 0,2—10 ⁻³ —1 В F _{сигн.} 0,1—50 МГц	1 %	Г3-110	
Генератор сигналов высокочастотный	U _{сигн.} 0,5·10 ⁻⁶ —0,5 В F _{сигн.} 0,15—30 МГц	1 дБ 1,5 %	Г4-102А	
Генератор сигналов высокочастотный	U _{сигн.} 1,5—100 В F _{сигн.} 30—60 МГц	10 %	Г4-154	
Генератор импульсов	Р _{вых.} 1 Вт при R=50 Ом F _{имп.} 1·10 ⁸ —20·10 ⁶ Гц t _{имп.} 5—25·10 ⁻⁴ нс U _{имп.} 10 В F _{имп.} 0,1—10 ⁶ Гц t _{имп.} 0,3·10 ⁻⁶ —1 с U _{имп.} 10 В	1,5 % 0,1 t + 2 нс 0,1 U + 0,25 В	Г4-143	
Генератор импульсов	U = изм. 1·10 ⁻⁴ —1000 В U ~ изм. 0,1—1000 В F _U 20—5·10 ⁶ Гц R _{изм.} 0,1—10·10 ⁶ Ом	0,1 t + 30 нс 0,03 U 0,1 % 0,5 %	Г5-48	
Вольтметр полупроводниковый цифровой			Г5-60	

Номер пункта раздела поверки	Наименование операций, производимых при поверке	Поверяемые отметки	Допускаемые значения погрешностей или предельные значения определяемых параметров	Средства поверки	
				образцовые	вспомогательные
8. 5. 15	Проверка внутренней синхронизации при автоматической установке уровня при вертикальном размере изображения сигнала при коэффициенте отклонения равном 5 мВ/дел		4 дел		ГЗ-109 Г4-102А Г4-143 Г5-72 Г5-60
	при остальных коэффициентах		2 дел		
8. 5. 16	Определение основной погрешности амплитуды и частоты импульсов калибратора		±0,5 %		В7-16А ЧЗ-54

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

2. Все средства поверки должны быть исправными, поверены и иметь свидетельства (отметки) в формулярах или паспортах) о государственной или ведомственной поверке.

Таблица 5

Операции и средства поверки

Номер пункта раздела поверки	Наименование операций, производимых при поверке	Поверяемые отметки	Допускаемые значения погрешностей или предельные значения определяемых параметров	Средства поверки	
				образцовые	вспомогательные
8. 5. 1	Внешний осмотр осциллографа				М4100/1 УПУ-10
8. 5. 2	Проверка электрической прочности и сопротивления изоляции				
8. 5. 3	Опробование осциллографа				
8. 5. 4	Определение ширины линии луча	5 В/дел	1,0 мм 0,8 мм		Г5-60 С1-65А ГЗ-109 Г4-102А Г5-60
8. 5. 5	Определение вертикального размера изображения сигнала при автоматическом выборе коэффициента отклонения: минимальный	Все значения	2,0 дел 8,0 дел		
8. 5. 6	максимальный Определение основной погрешности коэффициента отклонения луча по вертикали	Все значения	±3 %	И1-9	
8. 5. 7	Определение основной погрешности измерения напряжения гармонических сигналов в диапазоне частот от 0 до 5 МГц, постоянного тока и импульсов длительностью от 200 нс до 0,5 с в интервале от 15·10 ⁻³ до 200 В с помощью системы цифровых измерений: при коэффициенте отклонения 5 мВ/дел	Все значения	±[2+0,5($\frac{h_k}{h}$ -1)] %	И1-9	ГЗ-109

Номер пункта раздела поверки	Наименование операций, производимых при поверке	Поверяемые отметки	Допускаемые значения погрешностей или предельные значения определяемых параметров	Средства поверки	
				образцовые	вспомогательные
8. 5. 8	при остальных значениях коэффициента отклонения при измерении с выносным делителем	100 мВ/дел	$\pm [1,5 + 0,5 \left(\frac{h_k}{h} \left \frac{-1}{-1} \right \right)] \%$ $\pm [2 + 0,5 \left(\frac{h_k}{h} \left \frac{-1}{-1} \right \right)] \%$ $\tau_n = 8 \text{ нс}$ $\delta_v = 5 \%$ $\tau_y = 32 \text{ нс}$ $\tau_n = 7 \text{ нс}$ $\delta_v = 5 \%$ $\tau_y = 28 \text{ нс}$		V3-49 B7-16A
					И1-14
8. 5. 9	Определение неравномерности вершины переходной характеристики после времени установления	Все значения коэффициента отклонения	2 %		И1-14 Г5-60
8. 5. 10	Определение размера изображения одного периода сигнала (одного импульса) при автоматическом выборе коэффициента развертки: минимальный максимальный		2,0 дел 8,0 дел		
8. 5. 11	Определение основной погрешности коэффициента развертки	Все значения коэффициента развертки	$\pm 3 \%$		И1-9
8. 5. 12	Определение основной погрешности измерения интервалов времени с помощью системы цифровых измерений в диапазоне:				

Номер пункта раздела поверки	Наименование операций, производимых при поверке	Поверяемые отметки	Допускаемые значения погрешностей или предельные значения определяемых параметров	Средства поверки	
				образцовые	вспомогательные
	от 200·10 ⁻⁹ до 0,1 с от 20·10 ⁻⁹ с до 10 мс	Коэффициенты развертки от 0,1 мкс/дел до 10 мс/дел (без растяжки) Коэффициенты развертки от 10 нс/дел до 1 мс/дел (с растяжкой)	$\pm [1,5 + 0,5 \left(\frac{h_k}{1} \left \frac{-1}{-1} \right \right)]$ $\pm [2 + 0,6 \left(\frac{h_k}{1} \left \frac{-1}{-1} \right \right)]$		И1-9 Г4-102А ЧЗ-54
					И1-9 Г4-102А ЧЗ-54
8. 5. 13	Определение основной погрешности измерения частоты периодических сигналов с помощью системы цифровых измерений в диапазоне: от 10 Гц до 5 МГц	Коэффициенты развертки от 10 мкс/дел до 0,1 мкс/дел (без растяжки) Коэффициенты развертки от 1 мс/дел до 10 нс/дел (с растяжкой)	$\pm [1,5 + 0,5 \left(\frac{h_k}{1} \left \frac{-1}{-1} \right \right)]$		
8. 5. 14	Проверка внутренней синхронизации при ручной установке уровня при вертикальном размахе изображения сигнала: минимальном максимальном		$\pm [2 + 0,6 \left(\frac{h_k}{1} \left \frac{-1}{-1} \right \right)]$		И1-9 Г4-102А ЧЗ-54
			0,8 дел 8 дел		

Выбор коэффициента отклонения производится вручную с помощью переключателей «КАНАЛ I» и «КАНАЛ II». Коэффициент развертки, также вручную, устанавливается равным 10 нс/дел.

Проверка производится испытательными импульсами положительной и отрицательной полярности, снимаемыми с генератора И1-14. Синхронизация устанавливается внутренней ручная; полярность синхронизации должна соответствовать полярности испытательного импульса. Величина изображения импульса по вертикали устанавливается равной 8 делениям.

Время нарастания переходной характеристики измеряется по шкале ЭЛТ как время, в течение которого происходит отклонение луча от уровня 0,1 до уровня 0,9 амплитуды импульса (рис. 14).

Время установления переходной характеристики определяется как временной интервал от уровня 0,1 амплитуды импульса до момента времени, начиная с которого неравномерность переходной характеристики не превышает 2 %.

Значение выброса δ_v в процентах рассчитывается по формуле:

$$\delta_v = \frac{\Delta A}{A_1} \cdot 100, \quad (8.10)$$

где ΔA — значение выброса, как превышение над установившимся значений и переходной характеристики, в делениях;

A_1 — установившееся (амплитудное) значение переходной характеристики, в делениях.

Измерение выброса, времени нарастания, времени установления неравномерности переходной характеристики

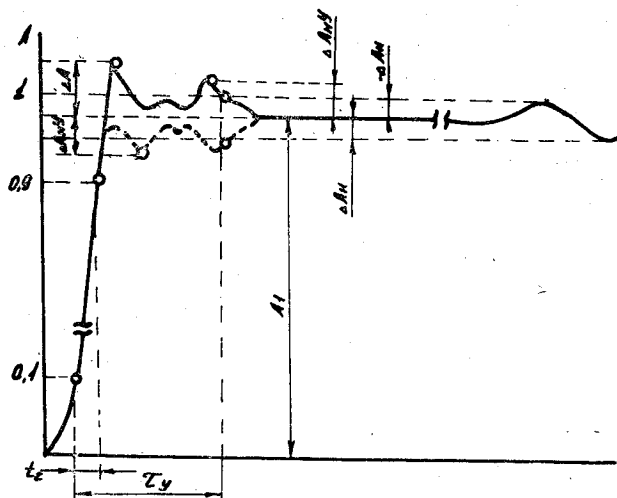


Рис. 14

Результат проверки считается удовлетворительным, если время нарастания и время установления переходной характеристики при коэффициенте отклонения 5 мВ/дел не превышает 8 нс и 32 нс соответственно, а при остальных значениях коэффициента отклонения — 7 нс и 28 нс соответственно, а величина выброса переходной характеристики не превышает 5 %.

8. 3. Требования безопасности

При проведении проверки должны быть соблюдены требования безопасности, изложенные в разделе 2.

8. 4. Условия поверки и подготовка к ней

8. 4. 1. При проведении операций поверки должны соблюдаться следующие условия:

температура окружающего воздуха $(293 \pm 5)^\circ\text{K}$ $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$;
 относительная влажность окружающего воздуха $(30 \dots 80) \%$;
 атмосферное давление $(84 \dots 106) \text{ кПа}$ $(630 \dots 795) \text{ мм. рт. ст.}$;
 напряжение питающей сети $(220 \pm 4,4) \text{ В}$ частотой $(50 \pm 0,5) \text{ Гц}$ и содержанием гармоник не более 5 %.

Примечание. Допускается проведение поверки в рабочих условиях, реально существующей в лаборатории, цехе и отличающихся от нормальных, если при этом не ухудшается соотношение погрешностей поверяемого и образцового приборов.

8. 4. 2. В помещении, где проводится поверка, не должно быть источников сильных электрических и магнитных полей, а также механических вибраций и сотрясений, которые могут повлиять на результаты измерений.

8. 4. 3. Перед проведением поверки должны быть выполнены следующие подготовительные работы:

подготовлены вспомогательные устройства (кабели, нагрузки, аттенуаторы, разветвители и т. п.) из комплектов поверяемого осциллографа и образцовых средств поверки;

поверяемый осциллограф и средства поверки должны быть заземлены и выдержаны во включенном состоянии требуемое для прогрева время.

8. 5. Проведение поверки

8. 5. 1. При проведении внешнего осмотра проверьте:

комплектность осциллографа согласно табл. 1 (И22.048.006 ТО, часть 1);
 отсутствие механических повреждений кожуха, крышек, лицевой панели, регуляровочных и соединительных элементов, нарушающих работу осциллографа или затрудняющих поверку;

наличие и прочность крепления органов управления и коммутации, четкость фиксации и коммутации, плавность вращения ручек, органов настройки и их фиксация в калиброванном положении;

чистоту гнезд, разъемов и клемм;

состояние кабелей;

состояние лакокрасочных покрытий и четкость маркировок;

отсутствие отсоединенных и слабо закрепленных элементов схемы (определяется на слух при наклонах осциллографа).

Проверка электрической прочности и сопротивления изоляции производится путем подачи испытательного напряжения от установки УПУ-10 между корпусом и одним из выводов сетевого входа, начиная с минимального, не превышающего величины рабочего напряжения, при включенном тумблере СЕТЬ.

Увеличение напряжения до испытательного (1500 В) должно производиться плавно за время 5... 10 с. Изоляция должна находиться под полным испытательным напряжением в течение 1 минуты.

Результаты испытания считаются удовлетворительными, если отсутствует электрический пробой изоляции.

Проверку сопротивления изоляции цепи питания произведите мегомметром М-4100/1 напряжением 100 В при включенном тумблере СЕТЬ. Отсчет показаний производится через 1 минуту после подачи напряжения между корпусом и одним из выводов сетевого входа.

Результаты испытания считаются удовлетворительными, если сопротивление изоляции не менее 20 МОм. Неисправные приборы бракуются и направляются в ремонт.

8. 5. 3. Опробование.

А. Допускается проводить опробование сразу после включения осциллографа.

Б. Опробование проводят при помощи генератора импульсов. Генератор импульсов должен выдавать на выходах напряжение, обеспечивающее проверку работоспособности осциллографа при всех значениях коэффициентов отклонения и развертки в различных режимах работы каналов вертикального и горизонтального отклонения. Допускается использование нескольких типов генераторов, перекрывающих необходимые диапазоны.

8. 5. 4. Ширину линии луча в вертикальном направлении определяют методом косвенного измерения при помощи генератора импульсов Г5-60.

Выход генератора соединяют со входом « \odot 1M Ω 20pF» любого из каналов поверяемого осциллографа.

Поверяемый осциллограф переводят в автоколебательный режим развертки, генератор импульсов — в режим внутреннего запуска.

Период следования импульсов генератора 50 мкс, длительность 20 мкс, амплитуда 2 В.

Установите коэффициент отклонения 5 В/дел, коэффициент развертки — 5 мкс/дел.

На экране ЭЛТ наблюдаются две горизонтальные линии. С помощью ручки « \downarrow » соответствующего канала переместите изображение к верхней границе рабочего участка экрана ЭЛТ. Установите яркость, удобную для измерения, и сфокусируйте луч.

Измените амплитуду импульсов до значения U_1 , при котором светящиеся линии соприкасаются. Ширину линии луча по вертикали d_v в делениях вычисляют по формуле:

$$d_v = \frac{U_1}{\alpha_v}, \quad (8. 1.)$$

где U_1 — амплитуда импульсов, В;

α_v — коэффициент отклонения по вертикали, В/дел.

Так как в поверяемом осциллографе одно деление составляет 10 мм, то толщина линии луча в мм будет равна:

$$d_v (\text{мм}) = 10 \cdot d_v (\text{дел}). \quad (8. 2.)$$

Ширину линии луча в горизонтальном направлении определяют методом косвенного измерения при помощи генератора импульсов Г5-60 и осциллографа С1-65А, используемого как источник пилообразного напряжения на калиброванной длительности (см. рис. 13). Параметры импульсов генератора Г5-60 такие же как и в вышеописанном случае.

Переключатель «Z, Z, ВНЕШ.» поверяемого осциллографа установите в положение ВНЕШ., длительность развертки осциллографа С1-65А — 5 мкс/дел.

На экране наблюдаются две вертикальные линии. Изменяя значение коэффициента отклонения, устанавливают высоту изображений линий, возможно близкую к длине рабочего участка шкалы ЭЛТ по горизонтали.

Коэффициент отклонения по горизонтали α_r вычисляют по формуле:

$$\alpha_r = \frac{U_2}{l}, \quad (8. 3.)$$

где U_2 — амплитуда импульсов на выходе генератора, В;

l — длина изображения по горизонтали, в делениях.

Для измерения амплитуды импульса необходимо установить переключатель входа канала I в положение « \approx ». С помощью ручки « \uparrow » канала I совместить вершину импульсов с центральной горизонтальной линией шкалы ЭЛТ и в левом нижнем углу рабочей части экрана отсчитать результат измерений.

Погрешность измерения амплитуд и импульсных сигналов в процентах рассчитывается по формуле (8. 7).

Определение погрешности измерения гармонических сигналов производится на частоте 100 кГц при коэффициенте отклонения от 10 мВ/дел до 1 В/дел и вертикальном размере изображения 8 делений. С выносным делителем проверку производить при коэффициенте отклонения 100 мВ/дел.

Сигнал снимается с выхода генератора Г3-109 и подается на вход « \odot 1M Ω 20pF» канала I. Контроль размаха сигнала осуществляется с помощью вольтметра В3-49.

Выбор коэффициента отклонения в процессе проверки производится вручную с помощью переключателя «КАНАЛ I».

При каждом значении коэффициента отклонения на вход прибора подается гармонический сигнал, среднеквадратическое значение которого определяется по формуле:

$$U_{\text{кв}} = \frac{h_0 K_0}{2.82} \quad (8. 8)$$

где $U_{\text{кв}}$ — среднеквадратическое значение напряжения гармонического сигнала, мВ (В).

Для проверки необходимо установить переключатель ручного выбора коэффициента развертки в положение «10 μ S/дел». Все остальные органы управления остаются в тех положениях, что и при измерении амплитуды импульсов.

Для измерения размаха сигнала необходимо с помощью ручки « \uparrow » канала I совместить основание сигнала с центральной горизонтальной осью шкалы ЭЛТ, нажать кнопку «УСТ. 0» и ручкой «УСТ. 0» установить нулевые показания с точностью ± 2 единицы младшего разряда. После этого с помощью ручки « \uparrow » канала I совместить вершину сигнала с горизонтальной осью шкалы и в левом углу рабочей части экрана отсчитать результат измерения.

Погрешность измерения размаха гармонического сигнала в процентах рассчитывается по формуле:

$$\delta_{\text{н}} = \frac{U - 2.82 U_{\text{кв}}}{2.82 U_{\text{кв}}} \cdot 100. \quad (8. 9)$$

Для определения погрешности измерения с выносным делителем на вход « \odot 1M Ω 20pF» канала I подключается выносной делитель. Затем канал I вместе с делителем калибруется по собственному калибратору при коэффициенте отклонения 100 мВ/дел, и проводятся измерения по изложенной методике.

Результаты проверки считаются удовлетворительными, если погрешность измерения напряжения постоянного тока, гармонических и импульсных сигналов с помощью системы цифровых измерений не выходит за пределы, указанные в табл. 5.

8. 5. 8. Проверка времени нарастания, выброса и времени установления переходной характеристики каналов I и II тракта вертикального отклонения производится при всех фиксированных значениях коэффициента отклонения.

напряжение с выхода прибора И1-9. Для обеспечения необходимой точности используется вольтметр В7-16А, подключаемый с помощью перехода СР-50-95 ФВ параллельно входу « \odot 1M Ω 20pF» канала I. Выбор коэффициента производится вручную с помощью переключателя «КАНАЛ I».

При каждом значении коэффициента отклонения величина напряжения постоянного тока на выходе прибора И1-9 устанавливается по формуле:

$$U_{кп} = h_0 k_0, \quad (8.6)$$

где $U_{кп}$ — калиброванное значение напряжения испытательного сигнала, мВ (В);
 h_0 — требуемый вертикальный размер изображения, дел;
 k_0 — коэффициент отклонения, мВ/дел.

Для проведения измерения первоначально переключатель входа устанавливается в положение « \perp », линия развертки с помощью ручки « \downarrow » устанавливается на центральную горизонтальную линию шкалы ЭЛТ, нажимается кнопка «УСТ. 0» и ручкой «УСТ. 0» устанавливаются нулевые показания с точностью ± 2 единицы младшего разряда.

Затем вольтметр В7-16А отключается от входа осциллографа, переключатель входа переводится в положение « \approx », ручкой « \downarrow » линии развертки возвращаются в первоначальное положение и в левом нижнем углу отсчитывается результат измерения. Измерения производят поочередно как с положительным, так и с отрицательным напряжением.

Погрешность измерения напряжения постоянного тока в процентах рассчитывается по формуле:

$$\delta_{и} = \frac{U - U_{кп}}{U_{кп}} \cdot 100, \quad (8.7)$$

где U — измеренное значение напряжения испытательного сигнала мВ (В);
 $U_{кп}$ — калиброванное значение испытательного напряжения, мВ (В); измеренное вольтметром В7-16А.

Определение погрешности измерения амплитуды импульсных сигналов производится при коэффициенте отклонения от 10 до 500 мВ/дел и вертикальном размере изображения 5 делений.

Испытательные импульсы с частотой повторения 1 кГц с выхода прибора И1-9 подаются на вход « \odot 1M Ω 20pF» канала I.

Выбор коэффициента отклонения в процессе проверки производится вручную с помощью переключателя «КАНАЛ I».

При каждом значении коэффициента отклонения на вход прибора подаются испытательные импульсы, амплитуда которых определяется по формуле (8.6).

Для обеспечения необходимой точности измерений при работе с прибором И1-9 используется цифровой вольтметр В7-16А, подключаемый с помощью перехода СР-50-95 ФВ параллельно входу « \odot 1M Ω 20pF» канала I. Для измерения амплитуды импульсов переключатель выхода прибора И1-9 устанавливается в положение « \perp », переключатель входа осциллографа в положение « \approx », переключатель РОД РАБОТЫ вольтметра В7-16А в положение «=U1S», пределы измерения вольтметра устанавливаются в положения, обеспечивающие максимальную точность измерений. По показаниям вольтметра В7-16А устанавливается половина требуемого значения амплитуды, определяемого по формуле (8.6). Установить нулевые показания результата измерений по вышеуказанной методике.

Измените амплитуду импульсов до значения U_3 , при котором две светящиеся линии соприкасаются. Ширину линии луча d_r по горизонтали вычисляют по формуле:

$$d_r = \frac{U_3}{\alpha_r}. \quad (8.4)$$

Ширину линии луча в вертикальном и горизонтальном направлениях определите в середине и на границах рабочего участка ЭЛТ.

Ширина линии луча в вертикальном и горизонтальном направлениях не должна превышать 0,8 мм в зоне А, в зоне Б — 1,0 мм.

Схема измерения ширины линии луча в горизонтальном направлении

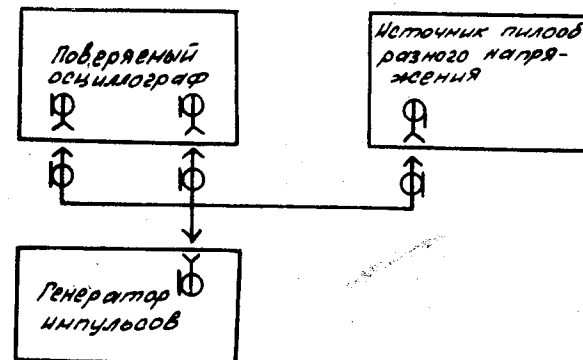





Рис. 13


8.5.5. Определение вертикального размера изображения сигнала при автоматическом выборе коэффициентов отклонения осуществляется с помощью генераторов Г3-109 и Г4-102А на частотах $1 \cdot 10^3$, $100 \cdot 10^3$, $10 \cdot 10^6$, $30 \cdot 10^6$ Гц.


Проверка каналов I и II производится поочередно следующим образом. Вручную устанавливается коэффициент отклонения, равный 100 мВ/дел, переключатель входа канала I устанавливается в положение « \approx », на вход « \odot 1M Ω 20pF» проверяемого канала от генератора Г3-109 подается испытательный сигнал частотой $1 \cdot 10^3$ или $100 \cdot 10^3$ такой величины, чтобы размах изображения был равен 8 делениям. Затем тумблер режима нужно установить в положение « \odot ». При этом коэффициент отклонения должен автоматически переключаться на 200 мВ/дел.

Переключатель ручного выбора коэффициента отклонения устанавливается в положение «200 мВ/дел», тумблер режима переключается в положение « \downarrow » и размах изображения сигнала снова увеличивается до 8 делений, затем тумблер режима переключается в положение « \odot » и т. д. Таким образом проверка производится до тех пор, пока не будет достигнут коэффициент отклонения 5 В/дел.

Проверка автоматического выбора коэффициента отклонения при уменьшении сигнала производится аналогично с той разницей, что вначале размер изображения устанавливается равным 2 делениям при коэффициенте отклонения 5 В/дел и тумблер режима устанавливается в положение «».

При этом коэффициент отклонения должен автоматически переключиться на 2 В/дел. Переключатель ручного выбора коэффициента отклонения устанавливается в положение «2 В/дел», тумблер режима устанавливается в положение «» и размах изображения сигнала снова уменьшается до 2 делений, затем тумблер режима переключается в положение «» и т. д. Проверка производится до тех пор, пока не будет достигнут коэффициент отклонения 100 мВ/дел.

Затем тумблер режима устанавливается в положение «», переключатель входа проверяемого канала переключается в положение «I», при этом коэффициент отклонения должен автоматически устанавливаться равным 5 мВ/дел.

При переключении тумблера режима в положение «» коэффициент отклонения должен снова установиться равным 100 мВ/дел.


Проверка возможности автоматического выбора коэффициента отклонения для сигналов с частотой $10 \cdot 10^6$ и $30 \cdot 10^6$ Гц производится с помощью генератора Г4-102А при значении коэффициента отклонения от 5 до 100 мВ/дел.

Контроль переключения коэффициента отклонения производится по знаковой индикации.

Выбор коэффициентов развертки производится вручную. Для сигналов с частотой $1 \cdot 10^3$ Гц переключатель вида синхронизации устанавливается в положение «~НЧ», а для остальных сигналов в положение «~».

При использовании генератора Г3-109 последовательно в цепь сигнала необходимо включать дроссель ДЗ-0,1-300 ± 5 ГИО.477.002 ТУ.

Проверка возможности автоматического выбора коэффициента отклонения для импульсных сигналов производится с помощью генератора Г5-60 на обоих каналах поочередно.


На вход « 1M, Q20pF» подаются импульсы длительностью 1 мкс с частотой повторения 10 кГц. Проверка производится от 50 мВ/дел до 500 мВ/дел и наоборот.


Результат поверки считается удовлетворительным, если при автоматическом выборе коэффициента отклонения в пределах всего диапазона значений вертикальный размер изображения сигнала находится в пределах от 2 до 8 делений на всех контролируемых частотах и при отсутствии входного сигнала автоматически устанавливается коэффициент отклонения 5 мВ/дел.

8. 5. 6. Погрешность коэффициентов отклонения луча по вертикали определяется на частоте 1000 Гц с помощью прибора И1-9 при всех значениях коэффициентов отклонения.

Проверка погрешности для коэффициента отклонения 5 В/дел производится при вертикальных размерах изображения, равных 4, 6 и 8 дел. Проверка погрешности для остальных значений коэффициента отклонения производится при вертикальном размере изображения, равном 6 дел.

Для измерения погрешности коэффициентов отклонения необходимо установить переключатель «РЕЖИМ Y» в положение «I», переключатель ВНУТР. СИНХР. — в положение «I», тумблеры режима каналов I и II — в положение

«», ручки плавной регулировки коэффициента отклонения каналов I и II

«» — в крайнее правое фиксированное положение, переключатели ручного выбора коэффициентов отклонения «КАНАЛ I» и «КАНАЛ II» — в положение «5 В/дел», коэффициент развертки вручную устанавливается равным 500 мкс/дел.

При проверке изображение сигнала должно располагаться симметрично горизонтальной оси шкалы ЭЛТ, а выбор коэффициента отклонения производится вручную.

Перед проверкой осциллограф должен быть откалиброван по внутреннему калибратору. Затем на вход осциллографа через дроссель ДЗ-0,1-300 ± 5 ГИО.477.002 ТУ подается калиброванное напряжение от прибора И1-9. Величина амплитуды калиброванного напряжения определяется по формуле:

$$U_k = h_0 \cdot k_0, \quad (8. 5)$$


где U_k — значение калиброванного напряжения, устанавливаемое переключателями прибора И1-9, мВ (В);

h_0 — требуемый размер изображения, в делениях;

k_0 — значение поверяемого коэффициента отклонения, мВ/дел, (В/дел.).

Изменяя в небольших пределах выходное напряжение прибора И1-9, устанавливаем размер изображения сигнала на экране ЭЛТ равным заданной величине (4, 6 или 8 делений) и по индикатору И1-9 производим отсчет величины погрешности коэффициента отклонения.


Для проверки погрешности коэффициента отклонения с выносным делителем вначале по внутреннему калибратору производится корректировка усиления канала вместе с делителем на коэффициенте отклонения 100 мВ/дел. После этого выносной делитель подключается к прибору И1-9 и производится проверка погрешности по изложенной выше методике.

Затем переключатели «РЕЖИМ Y» и ВНУТР. СИНХР. устанавливаются в положение «II», канал II калибруется по сигналу внутреннего калибратора, после чего калиброванное напряжение от прибора И1-9 подается на гнездо « 1M, Q20pF» канала II и производится проверка погрешности коэффициента отклонения канала II так же, как это проводилось в канале I.


Результаты проверки считаются удовлетворительными, если погрешность коэффициента отклонения не выходит за пределы, указанные в табл. 5.




8. 5. 7. Определение основной погрешности измерения напряжения постоянного тока, гармонических и импульсных сигналов с помощью системы цифровых измерений производится с помощью генератора Г3-109, вольтметров В3-49, В7-16А и прибора И1-9.

Определение погрешности измерения напряжения постоянного тока производится при коэффициенте отклонения от 5 мВ/дел до 5 В/дел и вертикальном размере изображения 6 делений.

Для поверки необходимо установить переключатель выбора режима работы тракта горизонтального отклонения в положение «Z.» (автоколебательный режим), переключатель режима развертки — в положение « ×1», переключатель

ручного выбора коэффициентов развертки «ВРЕМЯ/ДЕЛ.» — в положение «200 μS/дел.», переключатель выбора источника синхронизации — в положение ВНУТР., переключатель вида синхронизации — в положение «~НЧ», переключатели «РЕЖИМ Y» и ВНУТР. СИНХР. — в положение — «I», тумблер режима

канала I в положение «», переключатель «ИЗМЕРЕНИЕ» в положение

«U», ручку плавной регулировки коэффициента отклонения канала I «» в крайнее правое фиксированное положение, переключатель входа канала I в положение «» и на вход « 1M, Q20pF» канала I подается постоянное

при проверке синхронизации развертки синусоидальных сигналов. Амплитуда изображения импульса поддерживается равной 2 делениям.

Синхронизация должна обеспечиваться в ждущем и автоколебательном режимах тракта горизонтального отклонения как положительным, так и отрицательным фронтом импульса.

В течение проверки необходимо обращать внимание на то, что при устойчивой синхронизации развертки на передней панели должна гореть лампочка синхронизации.

Результат поверки считается удовлетворительным, если внутренняя синхронизация развертки при автоматической установке уровня обеспечивается как для синусоидальных, так и для импульсных сигналов при размере изображения не менее 2 делений.

7. 5. 16. Определение погрешности амплитуды и периода импульсов калибратора производится с помощью частотомера ЧЗ-54 и универсального вольтметра В7-16А.

Первоначально с помощью частотомера производится измерение периода следования импульсов.

Погрешность периода импульсов калибратора δ_T в процентах определяется по формуле:

$$\delta_T = \frac{T_k - T_n}{T_n} \cdot 100, \quad (8. 15)$$

где T_n — номинальное значение периода импульсов калибратора, равное 1000 мкс;

T_k — измеренное значение периода импульсов калибратора, мкс.

Измерение амплитуды импульсов калибратора производится с помощью универсального вольтметра В7-16А.

Для этого необходимо установить переключатель выбора режима калибратора в положение «=», подключить вольтметр к выходу калибратора и измерить величину выходного напряжения.

Погрешность амплитуды импульсов калибратора δ_k в процентах определяется по формуле:

$$\delta_k = \frac{U_k - U_n}{U_n} \cdot 100, \quad (8. 16)$$

где U_k — амплитуда импульсов калибратора, определенная вольтметром В7-16А, В;

U_n — номинальное значение амплитуды импульсов калибратора, равное 0,6 В.

Результат поверки считается удовлетворительным, если погрешность периода и амплитуды импульсов калибратора не превышает 0,5 %.

8. 6. Оформление результатов поверки

Результаты поверки заносят в формуляр И22.048.006 ФО в раздел 18 и заверяют подписью поверителя и оттиском поверительного клейма.

Прибор, прошедший поверку и удовлетворяющий требованиям раздела 7 настоящего описания, признается годным к применению. На прибор выдается свидетельство установленной формы, на обратной стороне которого приводятся результаты поверки, подписанные поверителем. На лицевой стороне свидетельства после слов «Признан годным и допущен к применению» дописывается «по параметрам, указанным на обороте свидетельства».

На осциллографы, признанные не годными к применению, выдается справка о непригодности с указанием причин.

Рекомендуемая предприятием-изготовителем повторная поверка прибора должна осуществляться через год, а также после ремонта и замены электровакуумных и полупроводниковых приборов.


8. 5. 9. Определение неравномерности вершины переходной характеристики каналов I и II тракта вертикального отклонения производится без выносного делителя при всех значениях коэффициента отклонения.


Выбор коэффициентов отклонения производится вручную с помощью переключателей «КАНАЛ I» и «КАНАЛ II».

Измерения производятся с помощью генераторов И1-14 и Г5-60 испытательными импульсами положительной полярности при величине изображения импульса по вертикали 5—8 дел. Синхронизация устанавливается внутренней ручная; полярность синхронизации — положительная.

Неравномерность вершины переходной характеристики (отражения, синхронные наводки) измеряется на участке времени установления и после времени установления, как отклонение луча по вертикали, вызванное неполным согласованием схемы осциллографа, либо колебаниями, вызванными наводками, синхронными с запуском развертки и наложенными на изображение импульса.

Пример отражений и синхронных наводок показан на рис. 14.

Сначала измеряется неравномерность вершины при подаче на вход « 1M Ω 20pF» каждого канала испытательного импульса от генератора И1-14. Коэффициент развертки при этом вручную устанавливается равным 20 нс/дел.

Затем на вход « 1M Ω 20pF» каждого канала от генератора Г5-60 подается испытательный импульс длительностью 150 мкс с периодом повторения 250 мкс, устанавливается коэффициент развертки равным 20 мкс/дел и вновь измеряется неравномерность вершины переходной характеристики.

Значение неравномерности δ_n , выраженное в процентах от установившегося значения переходной характеристики, рассчитывается по формуле:

$$\delta_n = \frac{\Delta A_n}{A_1} \cdot 100, \quad (8. 11)$$


где ΔA_n — максимальное отклонение от установившегося значения переходной характеристики, в делениях;


A_1 — установившееся значение переходной характеристики, в делениях.


Результат поверки считается удовлетворительным, если величина неравномерности вершины переходной характеристики не превышает 4 % на участке времени установления и 2 % после времени установления.

Примечание. На медленных развертках может наблюдаться фон сети питания и высоковольтного преобразователя, не превышающий 2 %.

8. 5. 10. Определение размера изображения одного периода сигнала (одного импульса). При автоматическом выборе коэффициента развертки производится с помощью генераторов Г3-109, Г4-102А для синусоидальных и Г5-72, Г5-60 для импульсных сигналов.

Для проверки необходимо установить переключатель выбора режима развертки в положение « ~», переключатель входа канала I в положение «I».

При этом автоматически должен установиться коэффициент развертки равный 100 мкс/дел. Затем установить переключатель выбора режима развертки в положение « $\times 1$ », коэффициент развертки вручную равным 1 мс/дел, коэф-

фициент отклонения канала I вручную равным 100 мВ/дел, переключатель режима синхронизации — в положение «», переключатель полярности синхро-

низации — в положение «+», переключатель источника синхронизации — в положение ВНУТР., переключатель вида синхронизации — в положение «~НЧ», переключатель входа канала I — в положение « \approx », на вход « \odot 1M Ω 20pF» канала I через дроссель ДЗ-0,1-300 \pm 5 ГИО.477.002 ТУ от генератора ГЗ-109 подать испытательный сигнал частотой 200 Гц и отрегулировать его амплитуду так, чтобы размах изображения был равен 2 делениям.

Установить переключатель выбора режима развертки в положение « \odot ~». На экране должно наблюдаться устойчивое изображение двух периодов испытательного сигнала.

Установить переключатель выбора режима развертки в положение « \times 1» и изменить частоту генератора так, чтобы горизонтальный размер изображения одного периода испытательного сигнала был равен 2 делениям.

При установке переключателя выбора режима развертки в положение « \odot ~» коэффициент развертки должен автоматически переключиться на следующее меньшее значение, т. е. на 500 мкс/дел.

Снова установить переключатель выбора режима развертки в положение « \times 1» и изменить частоту генератора так, чтобы горизонтальный размер одного периода испытательного сигнала был равен 2 делениям. При установке переключателя выбора режима развертки в положение « \odot ~» коэффициент развертки должен автоматически переключиться на очередное меньшее значение.

Подобным образом проверка производится до тех пор, пока не будет достигнута частота 25·10⁶ Гц.

Затем переключатель выбора режима развертки устанавливается в положение « \times 1», а частота генератора изменяется так, чтобы один период испытательного сигнала был равен 8 делениям.

При установке переключателя выбора режима развертки в положение « \odot ~» коэффициент развертки должен автоматически переключиться на очередное большее значение.

Переключатель выбора режима развертки устанавливается в положение « \times 1», частота испытательного сигнала уменьшается так, чтобы горизонтальный размер одного периода исследуемого сигнала снова был равен 8 делениям и снова переключатель выбора режима развертки установить в положение « \odot ~». При этом коэффициент развертки должен автоматически переключиться на очередное большее значение.

Подобным образом проверка производится до тех пор, пока не будет достигнута частота 200 Гц.

Вертикальный размер изображения при всех значениях частоты испытательного сигнала должен поддерживаться равным 2 делениям. Дроссель ДЗ-0,1-300 \pm 5 ГИО.477.002 ТУ включается последовательно в цепь сигнала, снимаемого с генератора ГЗ-109. Переключатель вида синхронизации в диапазоне частот от 200 Гц до 30 кГц устанавливается в положение «~НЧ», а на частотах выше 30 кГц — в положение «~».

Все измерение производится в автоколебательном режиме тракта горизонтального отклонения.

изображения был равен 0,8 деления. Переключатель выбора источника синхронизации устанавливается в положение СЕТЬ, а переключатель вида синхронизации — в положение «~НЧ».

Синхронизация должна обеспечиваться в ждущем и автоколебательном режимах тракта горизонтального отклонения как возрастающим, так и падающим участком сигнала во всех положениях переключателя вида синхронизации, за исключением «~ВЧ».

Проверка максимального уровня синхронизации производится импульсами длительностью 20 нс с частотой повторения 10 кГц. Переключатель выбора коэффициентов развертки устанавливается в положение « \odot Л», а остальные

органы управления — в те же положения, что и при проверке синусоидальных сигналов. Амплитуда изображения импульса устанавливается равной 8 дел. Устойчивая синхронизация достигается подстройкой ручки УРОВЕНЬ.

Для импульса длительностью 20 нс устойчивая синхронизация положительным и отрицательным фронтом должна обеспечиваться во всех положениях переключателя вида синхронизации, за исключением «~НЧ», как в ждущем, так и в автоколебательном режимах тракта горизонтального отклонения.

В течение проверки необходимо обращать внимание на то, что на частотах 30 Гц и более при устойчивой синхронизации на передней панели должна гореть лампочка синхронизации.

Результат проверки считается удовлетворительным, если внутренняя синхронизация при ручной установке уровня обеспечивается как для синусоидальных так и для импульсных сигналов при размере изображения от 0,8 до 8 дел для частот от 2 Гц до 50 МГц.

Синхронизация развертки любым сигналом при любых положениях органов управления считается устойчивой, если размытость изображения за счет нестабильности синхронизации не превышает 1 нс.

8. 5. 15. Проверка внутренней синхронизации развертки при автоматической установке уровня производится при помощи генераторов ГЗ-109, Г4-102А, Г4-143, Г5-72, Г5-60.

Для проверки синхронизации синусоидальных сигналов необходимо установить переключатель режима развертки — в положение «Z», переключатели «РЕЖИМ Y» и ВНУТР. СИНХР. — в положение «I», коэффициент отклонения канала I — вручную равным 200 мВ/дел, переключатель входа канала I — в положение « \approx », остальные органы управления в те же положения, что и в п. 8. 4. 15.

На вход « \odot 1M Ω 20pF» канала I подается испытательный сигнал такой величины, чтобы размах изображения на экране был равен 2 делениям.

Изменяя частоту испытательного сигнала в пределах диапазона от 200 до 50·10⁶ Гц для положения « \approx » переключателя вида синхронизации, убедиться в том, что устойчивая синхронизация обеспечивается как в автоколебательном (положение «Z»), так и в ждущем (положение «Z») режимах тракта горизонтального отклонения. При положительной полярности синхронизации запуск развертки должен осуществляться участком испытательного сигнала. Установить переключатель полярности синхронизации в положение «—» и убедиться, что запуск развертки осуществляется падающим участком испытательного сигнала. Выбор коэффициента развертки производится вручную.

При всех измерениях на высоких частотах для получения устойчивого изображения допускается пользоваться ручкой «СТАБ. ВЧ».

Предельная частота синхронизации должна быть не менее 50 МГц.

Проверка синхронизации развертки импульсным сигналом производится при длительности импульса 20 нс с частотой повторения 10 кГц и 1 мс с частотой повторения 200 Гц.

Переключатель выбора коэффициентов развертки устанавливается в положение « \odot Л», а остальные органы управления — в те же положения, что и

Погрешность измерения частоты δf (при использовании генератора Г4-102А), в процентах, рассчитывается по формуле:

$$\delta f = \frac{f_{\text{ц}} - f_{\text{к}}}{f_{\text{к}}} \cdot 100, \quad (8.14.1)$$





где $f_{\text{к}}$ — значение частоты, установленное на приборе ЧЗ-54, Гц.



Результат проверки считается удовлетворительным, если погрешность измерения при любом коэффициенте развертки не выходит за пределы, указанные в табл. 5.

После отсчета результата измерения допускается дрейф изображения сигнала относительно линии отсчета.

Для исключения влияния кратковременного дрейфа линии развертки луча на погрешность цифровых измерений, время измерения не должно превышать 10 с с момента нажатия кнопки «УСТ. 0».

8. 5. 14. Проверка внутренней синхронизации при ручной установке уровня производится при помощи генераторов ГЗ-109, ГЗ-110, Г4-102А, Г4-143 и Г5-72.

Для проверки минимального уровня синхронизации и диапазона частот синхронизации переключатель выбора режима синхронизации устанавливаются в положение «», переключатель режима развертки — в положение «Z», переключатели «РЕЖИМ Y» и ВНУТР. СИНХР. — в положение «II», коэффициент отклонения канала II — вручную равным 200 мВ/дел, переключатель режима развертки — в положение « × 1», переключатель выбора источника синхронизации — в положение ВНУТР, переключатель входа канала II — в положение «» и на вход « 1MΩ20pF» канала II подаются испытательный гармонический сигнал такой величины, чтобы размах изображения по вертикали составлял 0,8 деления.

Проверка включения растяжки развертки производится одновременно с проверкой максимального изображения одного периода входного сигнала с помощью ручек « ГРУБО», « ПЛАВНО».



При правильной работе растяжки на линии развертки должны наблюдаться 20 периодов испытательного сигнала в следующих условиях:


на частоте 20 МГц при коэффициенте развертки 10 нс/дел;

на частоте 10 МГц при коэффициенте развертки 20 нс/дел;

на частоте 4 МГц при коэффициенте развертки 50 нс/дел.

Для проверки импульсных сигналов необходимо вручную установить коэффициент отклонения канала I равным 100 мВ/дел, а переключатель выбора режима

развертки поочередно — в положение « I» и « × 1».

Испытательные импульсы подаются на открытый вход « 1MΩ20pF» канала I, а амплитуда их изображения устанавливается равной 2 делениям.

Длительность испытательных импульсов изменяется в процессе проверки от $30 \cdot 10^{-9}$ до $2 \cdot 10^{-3}$ с. Частота повторения импульсных сигналов зависит от длительности импульса и равна:

100 кГц при длительности импульсов от $30 \cdot 10^{-9}$ до $1 \cdot 10^{-6}$ с;

2 кГц при длительности импульсов от $1 \cdot 10^{-6}$ до $50 \cdot 10^{-6}$ с;

200 Гц при длительности импульсов от $50 \cdot 10^{-6}$ до $2 \cdot 10^{-3}$ с.

Измерения производятся в автоколебательном режиме развертки при автоматической внутренней синхронизации.

Проверка производится по вышесказанной методике, начиная от длительности импульса равной $2 \cdot 10^{-3}$ с до $30 \cdot 10^{-9}$ с. Горизонтальный размер изображения импульса устанавливается равным 2 делениям.

Затем проверка ведется от $30 \cdot 10^{-9}$ до $2 \cdot 10^{-3}$ с. При этом горизонтальный размер изображения импульса устанавливается равным 8 делениям.

При увеличении длительности импульса от $30 \cdot 10^{-9}$ до $2 \cdot 10^{-3}$ с коэффициент развертки должен переключаться на большее значение при горизонтальном размере изображения импульса не более 8 дел.


При уменьшении длительности импульса от $2 \cdot 10^{-3}$ до $30 \cdot 10^{-9}$ с коэффициент развертки должен переключаться на меньшее значение при горизонтальном размере изображения не менее 2 дел.






Результат проверки считается удовлетворительным, если при автоматическом выборе коэффициента развертки для синусоидальных и импульсных сигналов минимальный горизонтальный размер одного импульса находится в пределах от 2 до 8 дел, а при отсутствии входного сигнала автоматически устанавливается коэффициент развертки 100 мкс/дел.


8. 5. 11. Определение погрешности коэффициентов развертки проверяется с помощью прибора И1-9 при всех значениях коэффициента, как без растяжки развертки, так и с ней.

Проверка без растяжки развертки производится при горизонтальных размерах изображения, равных 4, 6 и 10 делениям, а с растяжкой развертки при горизонтальном размере изображения 8 дел. в начале, середине и конце рабочей части линии развертки.

При определении погрешности коэффициента развертки изображение испытательного сигнала должно располагаться так, чтобы оно было симметрично относительно горизонтальной оси шкалы ЭЛТ, а начало развертки совпадало с крайней левой вертикальной линией шкалы ЭЛТ.


Для проверки необходимо установить переключатели «РЕЖИМ Y» и ВНУТР. СИНХР. в положение «I», ручки плавной регулировки коэффициентов отклонения каналов I и II «» и ручку плавной регулировки коэффициента развертки ПЛАВНО в крайнее правое фиксированное положение, тумблер режима ка-


нала I в положение «  », переключатель ручного выбора коэффициента отклонения «КАНАЛ I» в положение 100 мВ/дел, переключатель ручного выбора коэффициента развертки «ВРЕМЯ/ДЕЛ.» в положение 200 мкс/дел, переключатель выбора источника синхронизации в положение ВНУТР., переключатель вида синхронизации в положение «  », переключатель режима синхронизации в положение «  », переключатель выбора режима тракта горизонтального отклонения в положение «Z.» (автоколебательный режим), переключатель режима развертки в положение «  X1 ». Подать на вход «  1MΩ20pF » канала I сигнал внутреннего калибратора и откалибровать развертку.

Затем на вход «  1MΩ20pF » канала I от прибора И1-9 подается испытательный сигнал такой амплитуды, чтобы вертикальный размер изображения на экране находился в пределах от 4 до 6 дел.

Период испытательного сигнала устанавливается равным значению коэффициента развертки.


Изменяя в небольших пределах частоту испытательного сигнала прибора И1-9, добиваемся точного совмещения 4 (6, 8 или 10) периодов испытательного сигнала с 4 (6, 8 или 10) делениями шкалы ЭЛТ и по стрелочному указателю прибора И1-9 отсчитываем величину погрешности.

Для измерений с растяжкой развертки необходимо переключатель режима развертки установить в положение «  X0,1 ».

При коэффициенте развертки больше 2 мс/дел переключатель выбора режима тракта горизонтального отклонения необходимо устанавливать в положение «Z.» (ждуший режим), а переключатель режима синхронизации в положение «  ».

Результат поверки считается удовлетворительным, если погрешность коэффициента развертки не выходит за пределы, указанные в табл. 5.



8. 5. 12. Проверка погрешности измерения временных интервалов с помощью системы цифровых измерений производится с помощью прибора И1-9, генератора Г4-102А и частотомера ЧЗ-54.

В ручном режиме устанавливается коэффициент отклонения по вертикали равный 200 мВ/дел. и на вход «  1MΩ20pF » канала I подается испытательный сигнал такой величины, чтобы вертикальный размер изображения был равен 4–6 делений.

Переключатель ИЗМЕРЕНИЕ включается в положение «t». Проверке подвергаются все фиксированные значения коэффициента развертки (согласно п. 3. 28 И22.048.006 ТО), выбор которых осуществляется вручную. При проверке ручка ПЛАВНО должна находиться в крайнем правом положении.

Период испытательного сигнала устанавливается равным коэффициенту развертки, умноженному на 10.

При коэффициенте развертки в диапазоне от 10 мс/дел до 100 используется испытательный сигнал от прибора И1-9, причем стрелочный указатель прибора должен быть установлен в положение «0 %». От генератора Г4-102А испытательный сигнал используется с частотами 1 МГц на пределе 100 нс/дел, 2 МГц на пределе 50 нс/дел, 5 МГц на пределе 20 нс/дел, 10 МГц и 50 МГц на пределе 10 нс/дел (при 50 МГц период равен 2 деления). Частота генератора Г4-102А контролируется частотомером ЧЗ-54.

Начало проверяемого временного интервала совмещается с центральной вертикальной линией шкалы ЭЛТ, нажимается кнопка «УСТ. 0» и вращением ручки «УСТ. 0» добиться чтобы показания результата измерений не отличались от нуля на ±2 единицы младшего разряда, затем ручками «  ГРУБО » и «  ПЛАВНО » конец проверяемого временного интервала совмещается с той же вертикальной линией шкалы и на экране ЭЛТ отсчитывается показание прибора.

Погрешность измерения (при использовании прибора И1-9) временных интервалов δt в процентах рассчитывается по формуле:

$$\delta t = \frac{T - T_k}{T} \cdot 100, \quad (8. 13)$$

где T — значение временного интервала, измеренное осциллографом, с;

T_k — действительное значение временного интервала, установленное на приборе И1-9, с.

Погрешность измерения (при использовании генератора Г4-102А) δt в процентах рассчитывается по формуле:


$$\delta t = \frac{T - \frac{1}{f_k}}{\frac{1}{f_k}} \cdot 100, \quad (8. 13. 1)$$

где f_k — значение частоты, измеренное частотомером ЧЗ-54, Гц.

Результаты поверки считаются удовлетворительными, если погрешность измерения временных интервалов не превышает значений, указанных в табл. 5.

После отсчета результата измерения допускается дрейф изображения сигнала относительно линии отсчета. Для исключения влияния кратковременного дрейфа линии развертки луча на погрешность цифровых измерений, время измерения не должно превышать 10 с с момента нажатия кнопки «УСТ. 0».

8. 5. 13. Проверка погрешности измерения частоты периодических сигналов с помощью системы цифровых измерений производится аналогично проверке погрешности измерения временных интервалов, причем органы управления устанавливаются в те же положения.

На вход «  1MΩ20pF » подается испытательный сигнал с таким периодом повторения, чтобы один период занимал 10 делений.

Для отсчета частоты необходимо вначале провести измерение периода, а затем нажать кнопку «f» переключателя ИЗМЕРЕНИЕ. Результат измерения частоты отсчитывается в левом нижнем углу экрана ЭЛТ.

От генератора Г4-102А испытательный сигнал используется с частотами 1 МГц на пределе 100 нс/дел, 2 МГц на пределе 50 нс/дел, 5 МГц на пределе 20 нс/дел, 10, 20 и 50 МГц на пределе 10 нс/дел (при частотах 20 и 50 МГц период испытательного сигнала 5 и 2 деления). При коэффициентах развертки от 10 мс/дел до 200 нс/дел используется испытательный сигнал от прибора И1-9.

Погрешность измерения частоты δf в процентах рассчитывается по формуле:

$$\delta f = \frac{f_u - \frac{1}{T_k}}{\frac{1}{T_k}} \cdot 100, \quad (8. 14)$$

где f_u — значение частоты, измеренное испытываемым осциллографом, Гц;
 T_k — действительное значение временного интервала, установленное на приборе И1-9, с.

Наименование узла	Позиционное обозначение	Тип транзистора	Напряжение, В			Примечание
			коллектор	эмиттер	база	
Усилитель У предварительный (И22.030.213)	A5	159НТ1Б				
	V1 (2, 3, 4)		-0,65	-4,2	-3,6	
	V2 (6, 7, 8)		-0,65	-4,2	-3,6	
	A6	2ТС3103А				
	V1 (2, 3, 4)		-1,8	0,05	-0,65	
	V2 (6, 7, 8)		-1,8	0,05	-0,65	
	A8	2ТС3103А				
	V1 (2, 3, 4)		-3,8	0,7	0	
	V2 (6, 7, 8)		-3,8	0,7	0	
	A9	159НТ1Б				
	V1 (2, 3, 4)		-0,6	-3,8	-3,1	
	V2 (6, 7, 8)		-0,6	-3,8	-3,1	
	A10	2ТС3103А				
	V1 (2, 3, 4)		-3,2	0,1	-0,6	
	V2 (6, 7, 8)		-3,2	0,1	-0,6	
	A11	159НТ1Б				
	V1 (2, 3, 4)		-0,65	-4,2	-4,5	
	V2 (6, 7, 8)		-0,65	-4,2	-4,5	
	A12	159НТ1Б				
	V1 (2, 3, 4)		-0,65	-4,2	-3,6	
V2 (6, 7, 8)		-0,65	-4,2	-3,6		
A13	2ТС3103А					
V1 (2, 3, 4)		-1,8	0,05	-0,65		
V2 (6, 7, 8)		-1,8	0,05	-0,65		
A14	2ТС3103А					
V1 (2, 3, 4)		-3,4	-1,7	-1,45		
V2 (6, 7, 8)		-3,4	-1,7	-1,45		
A15	2ТС3103А					
V1 (2, 3, 4)		-3,4	-1,7	-2,4		
V2 (6, 7, 8)		-3,4	-1,7	-2,4		
A16	2ТС3103А					
V1 (2, 3, 4)		-5	-1,7	-2,45		
V2 (6, 7, 8)		-5	-1,7	-2,45		
A17	2ТС3103А					
V1 (2, 3, 4)		-5	-1,7	-1,45		
V2 (6, 7, 8)		-5	-1,7	-1,45		
A18	2ТС3103А					
V1 (2, 3, 4)		-5	-3,5	-4,2		
V2 (6, 7, 8)		-5	-3,5	-4,2		
Усилитель У выходной (И22.030.221)	V1	2Т368А	6,8	-0,75	0	
	V2	2Т368А	6,8	-0,75	0	
	V3	2Т326Б	9,7	7,5	6,8	
	V4	2Т326Б	9,7	7,5	6,8	
	V5	2Т326Б	3,3	6,8	6,1	
	V6	2Т326Б	3,3	6,8	6,1	
	V7	2Т326Б	1,2	3,3	4	
	V8	2Т363Б	1,2	3,3	4	
	V9	2Т610Б	6,4	0,45	1,2	
	V10	2Т610Б	6,4	0,45	1,2	
	V13	2Т904А	50	11,25	12	
	V14	2Т904А	50	11,25	12	

9. ПРАВИЛА ХРАНЕНИЯ

9. 1. Сохранение работоспособности осциллографа зависит от условий хранения.

Если предполагается, что осциллограф длительное время не будет находиться в эксплуатации, требуется его консервация. Консервацию производите в следующем порядке:

очистить осциллограф и ЗИП от пыли. Если осциллограф подвергался воздействию влаги, просушите его в лабораторных условиях в течение двух суток; вилки, розетки, разъемы шнуров питания и кабелей заверните в промасленную бумагу и обвяжите нитками;

поместите осциллограф в упаковочный ящик и опломбируйте его.

9. 2. Осциллограф должен храниться в законсервированном виде в отапливаемом хранилище в условиях:

температура окружающего воздуха от 5 до 40 °С;

относительная влажность окружающего воздуха до 80 % при температуре 25 °С.

Средний срок хранения осциллографа 10 лет.

После длительного хранения осциллограф и ЗИП подвергаются тщательному осмотру и очистке. Обнаруженные места коррозии зачистить и покрыть защитным лаком.

10. ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ

10. 1. Тара, упаковка и маркирование упаковок

Подготовка прибора к упаковке должна производиться только после полного выравнивания температуры прибора с температурой воздуха помещения, где производится подготовка.

Помещение, в котором производится подготовка к упаковке, должно быть чистым, относительная влажность в нем не должна превышать 80 %, температура должна поддерживаться в пределах + (15—35) °С.

Прибор, подлежащий упаковке, не должен иметь повреждений антикоррозийных покрытий, должен быть чистым и, при необходимости, обработан предохраняющими материалами (смазка, нанесение пленок и т. п.).

Прибор, подготовленный к упаковке, укладывается в укладочный ящик (рис. 17) или коробку (рис. 19). Запасные части или принадлежности, подготовленные к упаковке, помещаются в картонную коробку или в пакет из пергамента растительного и укладываются в гнездо укладочного ящика.

Эксплуатационная документация помещается в чехол из полиэтиленовой пленки.

После укладки прибора и ЗИПа укладочный ящик пломбируется.

На укладочном ящике должны быть нанесены предупредительные знаки ВЕРХ, НЕ КАНТОВАТЬ, ОСТОРОЖНО, ХРУПКОЕ и опознавательный знак, в котором указывается шифр прибора и заводской номер, а также вес.

Для транспортирования укладочный ящик (коробка) с прибором помещается в чехол из полиэтиленовой пленки, а затем в тарный ящик (рис. 18, рис. 20). Между стенками тарного ящика и укладочным ящиком помещаются подушки из гофрированного картона. Тарный ящик пломбируется, торцы обтягиваются стальной лентой, концы которой скрепляются в замок. На тарном ящике наносит все необходимые надписи в соответствии с рис. 18 или заказ-нарядом.

Укладочный ящик

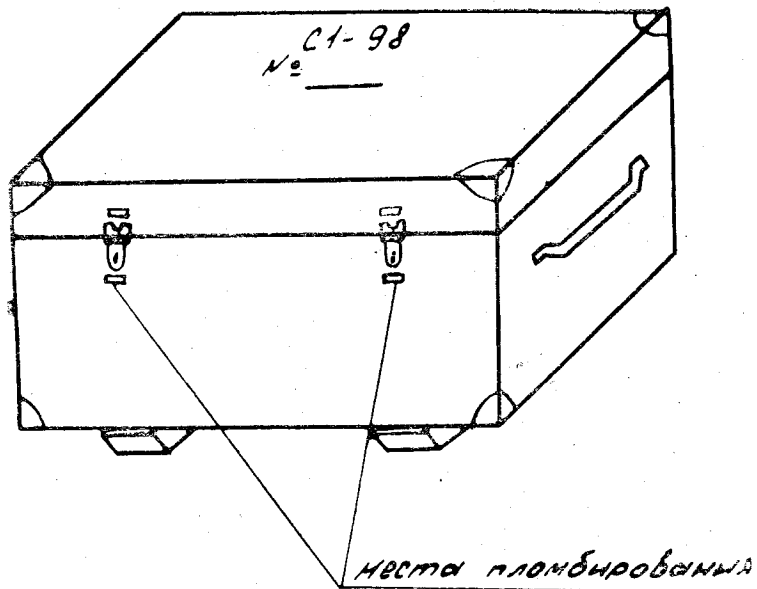


Рис. 17

Тарный ящик

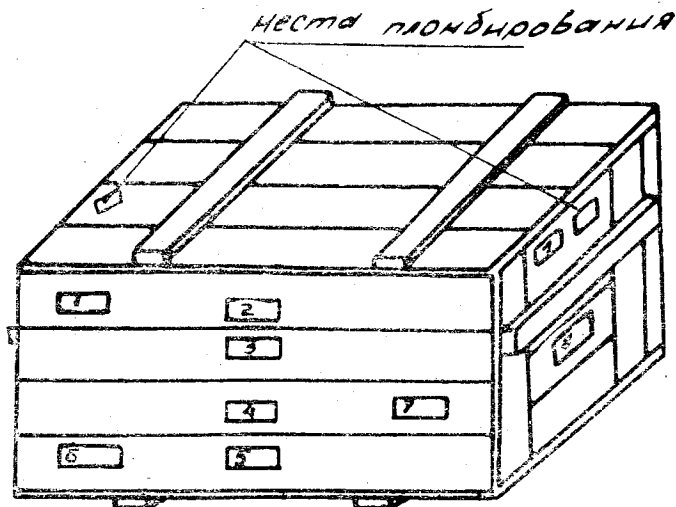


Рис. 18

Продолжение табл. 1

Наименование узла	Позиционное обозначение	Тип транзистора	Напряжение, В			Примечание
			коллектор	эмиттер	база	
Автоматика Z (И22.070.122)	У2	1НТ251				100 мВ/дел и коэффици- енте раз- вертки 100 мкс/дел (ждущий режим)
	V1 (14, 13, 2)		22,5	0,15	0	
	V2 (4, 3, 12)		22,5	0,15	0	
	V3 (11, 10, 5)		0,15	0	0,7	
	V4 (7, 6, 9)	—	0	0		
	У3	1НТ251				
	V1 (14, 13, 2)		0,15	0	0,7	
	V2 (4, 3, 12)		0,15	0	0,7	
	V3 (11, 10, 5)	—	0	0		
	У5	198НТ7Б				
	V1 (10, 12, 11)		—12	0	0	
	V2 (3, 1, 2)		0,55	0,7	0	
	V3 (6, 4, 5)		—12	0	0	
	V4 (9, 7, 8)	—12	8,4	7,7		
	У6	1НТ251				
	V1 (7, 6, 9)		8,6	0	0,56	
V2 (14, 13, 2)	11,5		8,1	8,6		
V3 (4, 3, 12)	0,15		0	0,7		
V4 (11, 10, 5)	12	—	0,15			
Усилитель У предварительный (И22.030.213)	V4	2Т316Д	—3,8	—11	—10,3	
	V5	2Т326Б	—10,3	1,75	1,0	
	V7	2Т316Д	5,6	0,75	1,5	
	V13	2Т326Б	—4,5	—1,4	—0,7	
	V15	2Т316Д	—0,7	—5,2	—4,5	
	V16	2Т326Б	—11,2	0,05	—0,65	
	V17	2Т326Б	—11,2	0,05	—0,65	
	V18	2Т326Б	—10,2	0	—0,7	
	V22	2Т316Д	—3,8	—11	—10,3	
	V24	2Т326Б	—10,3	1,75	1	
	V26	2Т316Д	5,6	0,75	1,5	
	V33	2Т326Б	—4,5	—1,4	—0,7	
	V34	2Т326Б	—11,2	0,05	—0,65	
	V35	2Т326Б	—11,2	0,05	—0,65	
	V37	2Т316Д	—0,7	—5,2	—4,5	
	V38	2Т326Б	—10,2	0	—0,7	
	V42	2Т316Д	5,2	0	0,65	
	V43	2Т368А	—3,85	—5,3	—5	
	V44	2Т368А	—3,85	—5,3	—5	
	А2	2ТС3103А				
	V1 (2, 3, 4)			—3,8	0,7	0
	V2 (6, 7, 8)			—3,8	0,7	0
	А3	159НТ1Б				
	V1 (2, 3, 4)		—0,6	—3,8	—3,1	
V2 (6, 7, 8)	—0,6	—3,8	—3,1			
А4	2ТС3103А					
V1 (2, 3, 4)		—3,2	0,1	—0,6		
V2 (6, 7, 8)	—3,2	0,1	—0,6			

Наименование узла	Позиционное обозначение	Тип транзистора	Напряжение, В			Примечание
			коллектор	эмиттер	база	
Генератор развертки (И22.081.037)	V33	2Т312В	12	1	1,7	
	V34	2Т312В	12	0,3	1	
	V35	2Т326Б	-1,5	0,7	0	
	A4	159НТ1Б				
	V1 (2, 3, 4)		-1,5	-9	-8,3	
	V2 (6, 7, 8)		-1,5	-8,3	-7,5	
	V40	2Т312В	1	0	0,7	
	V43	2Т326Б	1,7	11,3	10,6	
	V44	2Т312В	11,7	1	1,7	
	A2	159НТ1Б				
	V1 (2, 3, 4)		2,2	-0,3	-0,7	
	V2 (6, 7, 8)		-0,3	-0,3	0,4	
	A3	159НТ1Б				
	V1 (2, 3, 4)		2,2	-0,7	-1	
V2 (6, 7, 8)		-0,3	-0,3	0,4		
Усилитель X (И22.032.195)	V3	2Т326Б	1,3	6	5,3	
	V5	2Т201Б	12	0	0	
	V7	2Т312В	11,6	0,6	1,3	
	V8	2Т312В	11,8	-0,4	0,3	
	V9	2Т312В	—	—	0,6	
	V10	2Т312В	—	—	—	
	V12	2Т326Б	-4	1,3	0,6	
	V13	2Т326Б	-4,2	-0,3	0,4	
	V14	2Т326Б	—	—	—	
	V15	2Т326Б	—	—	—	
	V16	2Т203Б	-0,2	0	-0,7	
	V20	2Т203Б	12	0	0	
	V32	2Т316Б	-0,7	-4	-3,3	
	V33	2Т316Б	-0,5	-4,1	-3,5	
	V34	2Т312В	-4,3	-8,7	-8	
	V37	2Т326Б	-11,7	0,7	0	
	V38	2Т316Б	12	-0,7	0	
	V39	2Т316Б	11,7	-0,9	-0,2	
	V40	2Т326Б	-12	0,5	-0,2	
	V44	2Т602Б	35	0	0,7	
V45	2Т632А	35	105	104,3		
V46	2Т632А	85	105	104,3		
V47	2Т602Б	85	0	0,5		
Усилитель Z (И22.035.351)	V1	2Т326Б	-1,1	3	3,4	
	V2	2Т326Б	1,3	3	2,3	
	V4	2Т316Б	2,7	-0,65	0	
	V5	2Т316Б	2,7	3	0	
	V8	2Т316Б	12	2,5	3,2	
	V9	2Т602Б	44	1,8	2,5	
	V12	2Т602Б	92	43,3	44	
Автоматика Z (И22.070.122)	У1	1НТ251				
	V1 (14, 13, 2)		22,5	—	3,5	Измерение производи-
	V2 (4, 3, 12)		22,5	—	0	лось при
	V3 (11, 10, 5)		22,5	—	0	коэффици-
	V4 (7, 6, 9)		0,3	0,15	0,85	енте отклон.

Коробка

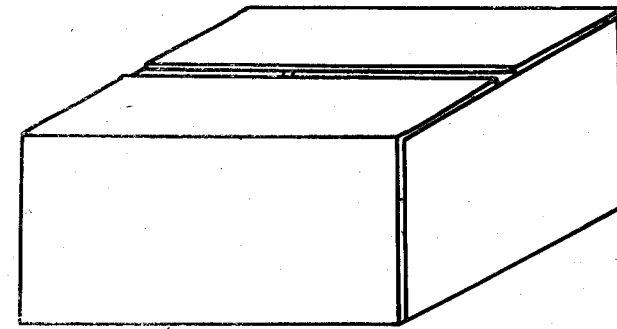
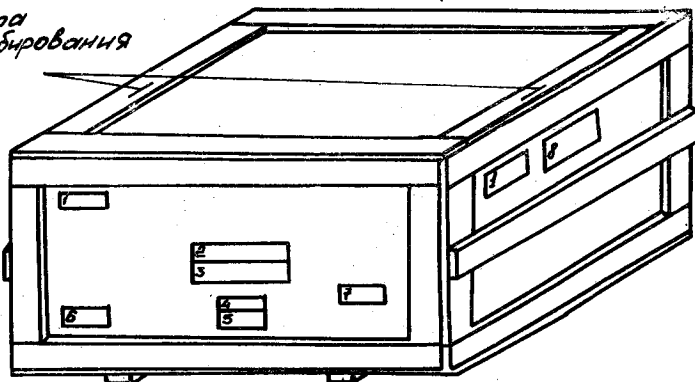


Рис. 19

Таблица 1

места
пломбирования



- 1 — манипуляционные знаки;
- 2 — наименование грузополучателя и пункта назначения;
- 3 — наименование пункта перегрузки (при необходимости);
- 4 — масса брутто;
- 5 — масса нетто;
- 6 — объем грузового места;
- 7 — наименование пункта отправления;
- 8 — шифр и заводской номер осциллографа.

Рис. 20

10. 2. Условия транспортирования

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

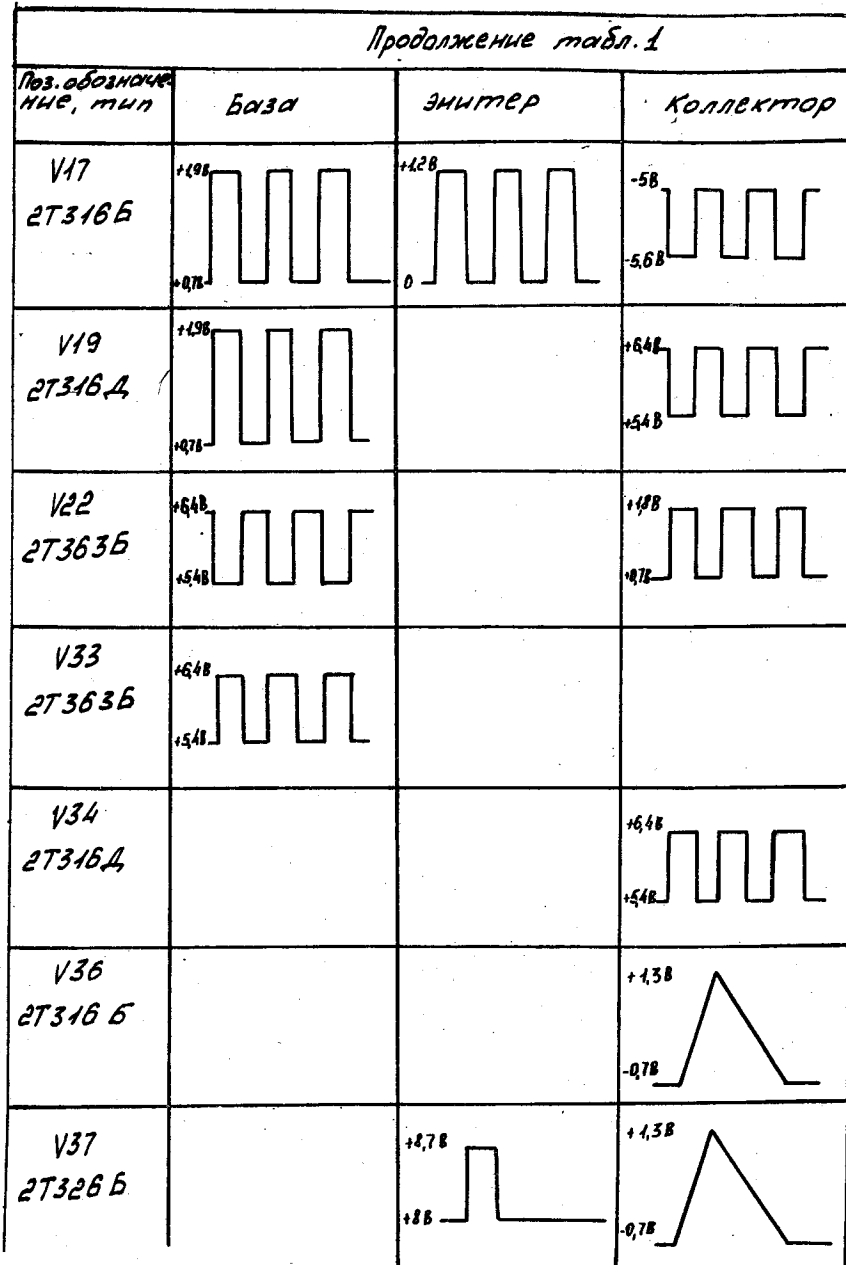
Повторная упаковка должна производиться с соблюдением мер предосторожности, предохраняющих осциллограф от повреждений при транспортировании. Осциллограф, ЗИП и документацию необходимо упаковывать в соответствии с требованиями, изложенными в п. 9. 1 настоящего описания.

Значения климатических воздействий на осциллограф при транспортировании должны находиться в пределах:

- температура окружающего воздуха от минус 50 до плюс 60 °С;
- относительная влажность окружающего воздуха до 98 % при температуре 35 °С;
- атмосферное давление от 60 до 106,7 кПа (от 460 до 800 мм рт. ст.).

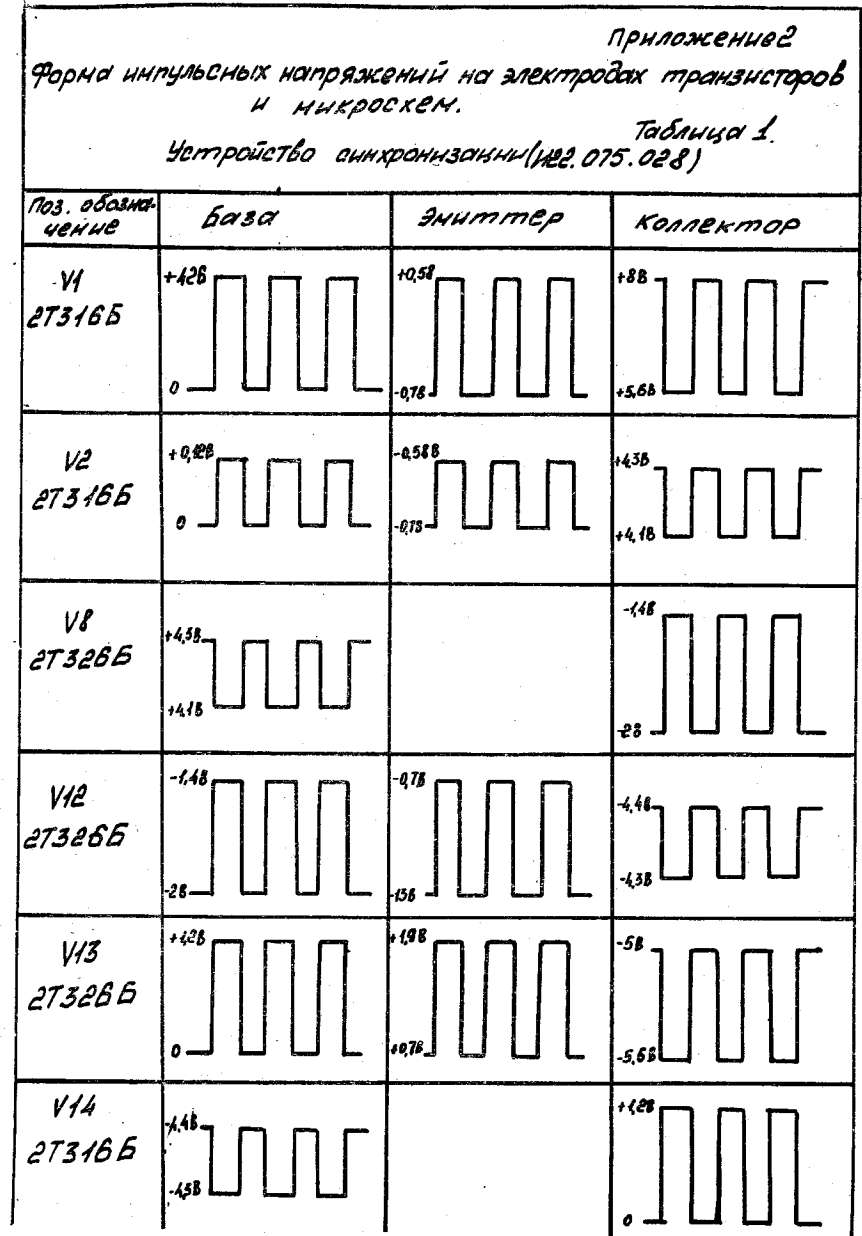
Карта напряжений на электродах транзисторов

Наименование узла	Позиционное обозначение	Тип транзистора	Напряжение, В			Примечание	
			коллектор	эмиттер	база		
Устройство синхронизации (И22.075.028)	V1	2Т316Б	8	-0,7	0		
	V2	2Т316Б	4,3	-0,7	0		
	V8	2Т326Б	5	-2	4,3		
	V12	2Т326Б	-4,4	-1,4	-2		
	V13	2Т326Б	5	0,7	0		
	V14	2Т316Д	0	-5	-4,4		
	V17	2Т316Д	-5	0	0,7		
	V19	2Т316Д	6,4	0	0,7		
	V21	2Т326Б	-6	0	0,7		
	V22	2Т363Б	1,8	6,1	5,4		
	V31	2Т312В	0,3	0	0,7		
	V33	2Т363Б	1	6,1	6,4		
	V34	2Т316Б	6,4	-	0		
	V36	2Т316Б	-0,7	-6,7	-6		
	V37	2Т326Б	-0,7	8	8		
	V39	2Т316Б	6,8	0,2	0,22		
	V40	2Т316Б	6,6	0,2	0,9		
	V43	2Т326Б	4,5	6,6	6		
	V47	2Т316Б	5	0,6	1,3		
	V48	2Т208В	2	3	2,3		
	V49	2Т316Д	3,4	-0,5	-0,05		
	V51	2Т316Д	5	4	3,3		
	V52	2Т326Б	0	2,3	1,6		
	V53	2Т316Д	8	4,4	4,5		
	V54	2Т316Б	-0,3	-0,5	0,2		
	V55	2Т316Б	4,5	0	-0,3		
	V62	2Т326Б	0	4,4	4,2		
	V63	2Т326Б	2	4,4	3,7		
	Генератор развертки (И22.081.037)	V1	2Т326Б	0	6,6	6	
		V2	2Т201Б	0,2	0	0,7	
		V3	2Т201Б	2	0	0	
		V5	2Т312В	13,4	-1	-0,7	
V8		2Т312В	12	-1	-0,3		
V9		2Т326Б	0	12	12,7		
V10		2Т326Б	4	5,3	4		
V11		2Т316Б	0	0	4,5		
V13		2Т326Б	-0,3	4,4	4,2		
V14		2Т312В	4	1,4	2		
V15		2Т326Б	0	-	7		
V19		2Т326Б	2,3	4,4	3,7		
V22	2Т312В	12	-	1			
V24	2Т326Б	0	1,7	1			
V30	2Т326Б	-3	1	1,7			
V31	2Т326Б	-12	1,7	1			
V32	2Т326Б	0,7	1,7	1			



Наименование узла	Позиционное обозначение	Тип транзистора	Напряжение, В			Примечание	
			коллектор	эмиттер	база		
Усилитель автоматика (И22.032.215)	V1	2Т316Д	4	-0,65	0,05		
	V2	2Т316Д	4	-0,65	0,05		
	V3	2Т316Д	4	-0,65	0,05		
	V4	2Т316Д	4	-0,65	0,05		
	V5	2Т316Д	5,8	4	4,7		
	V6	2Т316Д	5,8	4	4,7		
	V7	2Т316Д	5,8	4	4,7		
	V8	2Т316Д	5,8	4	4,7		
	V11	2Т326Б	0,75	6,5	5,8		
	V12	2Т326Б	0,75	6,5	5,8		
	V13	2Т326Б	0,75	6,5	5,8		
	V14	2Т326Б	0,75	6,5	5,8		
	V15	2Т326Б	10,2	0,75	0		
	V16	2Т326Б	10,2	0,75	0		
	V17	2Т326Б	10,2	0,75	0		
	V18	2Т326Б	10,2	0,75	0		
	Автоматика X (И22.076.013)	A1	198НТ1Б				
		V1 (10, 12, 11)		—	0	0	
V2 (3, 1, 2)			—	0	0		
V3 (9, 7, 8)			—	0	0		
V4 (6, 4, 5)			0,15	0	0,7		
V5 (14, 12, 13)			—	0	0		
A2		198НТ5Б					
V1 (10, 12, 11), V5 (14, 12, 13)			-12	0	3,5		
V2 (3, 1, 2)			-12	0	3,5		
V3 (9, 7, 8)			-12	0	3,5		
V4 (6, 4, 5)			-11,3	0,8	0,1		
A3		198НТ5Б					
V1 (10, 12, 11), V5 (14, 12, 13)			-12	0,1	0,1		
V2 (3, 1, 2)			-12	0,1	0,1		
V3 (9, 7, 8)			-12	0	0		
V4 (6, 4, 5)			-12	0	0		
A4		198НТ5Б					
V1 (10, 12, 11)			-0,1	0	-0,7		
V2 (3, 1, 2)			-0,1	0	-0,7		
V3 (9, 7, 8)			-0,7	0	1,5		
V4 (6, 4, 5)		-0,1	0	-0,7			
V5 (14, 12, 13)		-12	0	0,4			

Наименование узла	Позиционное обозначение	Тип транзистора	Напряжение, В			Примечание	
			коллектор	эмиттер	база		
Автоматика X (И22.076.013)	A5	198HT1Б					
	V1 (10, 12, 11)		-9	-12	-12		
	V2 (3, 1, 2)		-9,3	-12	-12		
	V3 (9, 7, 8)		-10,2	-12	-12		
	V4 (6, 4, 5)		-11,9	-12	-11,3		
	V5 (14, 12, 13)		-11,9	-12	-11,3		
	V8	2ТЗ16Б	-11,9	-12	-12		
	A6	1HT251					
	V1 (4, 3, 12)		-12	0	0,1		
	V2 (7, 6, 9)		0,75	0	0,75		
	V3 (14, 13, 2)		-12	0	0,1		
	V4 (11, 10, 5)		-12	12	12		
	Измерительное устройство (И22.710.012)	V1	2ТЗ26Б	-12	0,2	0	Переключатель вольтметра В7-16 «РОД РАБОТЫ» устанавливается в положение «0,1»
		V3	2ТЗ26Б	-12	0,2	0	
V6		2ТЗ26Б	-12	0,2	0		
V8		2ТЗ26Б	-12	0,2	0		
V10		2ТЗ26Б	-12	0,2	0		
V14		2ТЗ16Б	0,2	0	0,5		
V18		2ТЗ26Б	-12	0,2	0		
V25		2ТЗ16Б	0,2	0	0,5		
V26		2ТЗ16Б	0,2	0	0,5		
V27		2ТЗ16Б	12	5	5,5		
V28		2ТЗ16Б	5	0	0,2		
V29		2ТЗ26Б	0,2	5	5		
V30		2ТЗ16Б	5	0	0,5		
V33		2ТЗ16Б	0,2	0	0,5		
Преобразователь сигналов (И23.036.058)	V2	2Т201Б	2	2,5	3		
	A2	198HT5А					
	V1 (1, 2, 3)		0,1	2,5	2,5		
	V2 (4, 5, 6)		0,1	2,5	2,5		
	V3 (7, 8, 9)		0,1	2,5	2,5		
	V4 (10, 11, 12)		0,1	2,5	2,5		
	V5 (12, 13, 14)		0,1	2,5	2,5		
	A3	198HT1А					
	V1 (1, 2, 3)		0,1	0	0,5		
	V2 (4, 5, 6)		0,1	0	0,5		
	V3 (7, 8, 9)		0,1	0	0,5		
	V4 (10, 11, 12)		0,1	0	0,5		
	V5 (12, 13, 14)		0,1	0	0,5		
	A5	198HT5А					
V1 (1, 2, 3)		0,1	2,5	2,5			
V2 (4, 5, 6)		0,1	2,5	2,5			
V3 (7, 8, 9)		0,1	2,5	2,5			



Значения напряжений на электродах ЭЛТ

Номера выводов	Наименование электродов	Значение питающих напряжений, В		
		минимальное	номинальное	максимальное
1, 14	Подогреватель		6,3	
2	Катод		3000	
3	Модулятор	-75		0
10	Анод II		0	
5	Анод I (фокусирующий)	1100	1200	1300
9	Анод III (астигматизм)	-60		100
4, 6, 7, 8, 11, 13	Свободный			
Д2	Промежуточный электрод	-60		100
12	Пластины экранирующие	-60		150
Д1, Д3	Пластины отклоняющие сигнальные		60	
Д4, Д5	Пластины отклоняющие временные		65	
Д6	Сетка	-50		
А	Анод IV		9000	

Примечание. Все напряжения указаны относительно среднего потенциала сигнальных отклоняющих пластин, кроме напряжений на модуляторе и аноде I, которые указаны относительно катода.

Наименование узла	Позиционное обозначение	Тип транзистора	Напряжение, В			Примечание
			коллектор	эмиттер	база	
Преобразователь сигналов (И23.036.058)	V4 (10, 11, 12)	198НТ5А	0,1	2,5	2,5	Относительно общей точки (т. 8)
	V5 (12, 13, 14)		0,1	2,5	2,5	
	A6		0,1	0	0,5	
	V1 (1, 2, 3)		0,1	0	0,5	
	V2 (4, 5, 6)		0,1	0	0,5	
Усилитель (И22.032.098-02)	V3 (7, 8, 9)	ПЗ08	0,1	0	0,5	
	V4 (10, 11, 12)		0,1	0	0,5	
	V5 (12, 13, 14)		0,1	0	0,5	
	T1		0,7	-9,6	-9,2	
	T2		0,7	-9,8	-9,6	
Стабилизатор (И23.233.196)	T3	ПЗ08	2,5	0,3	0,6	
	T4	2Т602Б	12	1,8	2,5	
	V2	2Т603А	16	12,6	13,3	
	V3	2Т603А	4	0,6	1,3	
	V4	2Т603А	8	5,6	6,4	
Стабилизатор (И23.233.123-01)	A4	1НТ251				
	V1 (4, 3, 12)	1НТ251	18	13,3	14	
	V2 (11, 10, 5)		14	4,4	5	
	V3 (14, 13, 2)		14	12	13,9	
	V4 (7, 6, 9)		12	4,4	5,2	
A5	4,6		1,3	2		
Стабилизатор (И23.233.178)	V2 (11, 10, 5)	1НТ251	2	-7,6	-7	
	V3 (14, 13, 2)		2	0	0,7	
	V4 (7, 6, 9)		0	-7,6	-7	
	A6		8	6,3	7	
	V1 (4, 3, 12)		7	1	1,7	
Стабилизатор (И23.233.122)	V2 (11, 10, 5)	ПЗ08	7	5	6,9	
	V3 (14, 13, 2)		110	82	83	
	T1		83	80	80,2	
	T2		83	18	18,6	
	T3		10	8	9	
Стабилизатор (И23.233.122)	T2	2Т603Б	9	0	0,5	
	Y1	2Т201А				
	T1 (13, 14, 12)	2ТС613А	16	12,6	13	
	T2 (2, 3, 1)		13	-0,4	0	
	T3 (9, 10, 8)		12	4,4	5	
Стабилизатор (И23.233.122)	T4 (6, 7, 5)	2ТС613А	13	4,4	5	
	Y1					
	T1 (13, 14, 12)		1	-7,5	-7	
	T2 (2, 3, 1)		1	-12,3	-12	
	T3 (9, 10, 8)		0	-7,5	-7	
T4 (6, 7, 5)		6	0,5	1		

Карта напряжений на электродах полевых транзисторов

Наименование узла	Позиционное обозначение	Тип транзистора	Напряжение, В			Примечание	
			сток	исток	затвор		
Генератор развертки (И22.081.037)	V38	2П303Е	11,8	0,7	-1,5		
Усилитель У предварительный (И22.030.213)	V3	2П303Д	11,4	1,5	—		
	V21	2П303Д	11,4	1,5	—		
Устройство синхронизации (И22.075.028)	V9	2П303Д	11,6	0	0		
	V10	2П303Д	0	-9,5	-9,5		
	V18	2П303Д	-0,7	-1	-1		
	A2	504НТ2В					
	V1 (1, 2, 8)			-3	-0,7	-0,7	
	V2 (4, 5, 6)			-0,7	5	5	
Автоматика Z (И22.070.122)	T1	2П304А	—	22,5	22,5		
	T2	2П303Д	9	0,56	0,15		
	T3	2П303Д	—	0,15	-12		
	T4	2П303Д	0,15	0,15	0,55		
	T5	2П303Д	—	0,15	-12		
Измерительное устройство (И22.710.012)	V2	2П301А	0	0	-12	Переключатель вольтметра В7-16 «РОД РА-БОТЫ» устанавливается в положение «0,1 S»	
	V4	2П301А	0	0	-12		
	V5	2П301А	0	0	-12		
	V7	2П301А	0	1	-12		
	V9	2П301А	0	-1	-12		
	V15	2П301А	0	0	-12		
	V16	2П301А	0	0	-12		

Примечания: 1. Для контроля постоянных напряжений на электродах транзисторов используется цифровой вольтметр В7-16.
 2. Все напряжения измерены при номинальном значении питающей сети.
 3. Измерения производились при коэффициенте отклонения 100 мВ/дел, коэффициенте развертки 100 мкс/дел, развертка установлена в ждущем режиме.
 4. Значения постоянных напряжений могут отличаться от указанных в приложении 2 не более, чем на ±20 %.

Таблица 3

Карта напряжений на выводах микросхем

Наименование узла	Позиционное обозначение	Тип микросхемы	Номера выводов											
			Напряжение, В											
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Генератор развертки (И22.081.037)	A1	544УД1А		-9	-9	-12	8,3		12	5	0	0		
Усилитель У предварительный (И22.030.213)	A1	544УД1А	5	0	0	-6,2	1,0		6,2	6,2	12	12	0	
	A7	544УД1А	5	0	0	-6,2	1,0		6,2	6,2	12	12	0	
Усилитель автоматики (И22.032.215)	A2	140УД1Б	-12				0		12	12	12	12	1,5	0
	A3	140УД1Б	-12				0		12	12	12	12	1,2	0
Автоматика У (И22.076.012)	A4	140УД1Б	-12				-10		12	12	12	12	1,2	1,2
	A5	140УД1Б	-12				-10		12	12	12	12	1,5	1,2
	A6	140УД1Б	-12				-10		12	12	12	12	1,2	1,2
	A7	140УД1Б	-12				-10		12	12	12	12	1,2	1,2
Автоматика Z (И22.070.122)	У7	140УД1Б	-12			7,7								
Измерительное устройство (И22.710.012)	A1	544УД1А		0	0	-12		2,5	12					
	A2	544УД1А		0	0	-12		2,5	12					
	A3	544УД1А		0	0	-12		0	12					
	A4	544УД1А		0	0	-12		0	12					
	A5	140УД1Б		0	0	-12		0	12					
Преобразователь сигналов (И23.036.058)	A1	544УД1А		2,5	2,5	-12		2,5	12					
	A7	544УД1А		0	0	-12		0	12					0

Продолжение табл. 3

Поз. обозначение, тип	База	Эмиттер	Коллектор
V38 2Т316Б	0 -0,2В	-0,5В -0,7В	
V39 2Т316Б	0 -0,2В	-0,5В -0,7В	
V40 2Т328Б	0 -0,2В	-0,5В -0,7В	
V44 2Т602Б	+0,7В +0,5В		+3,5В +5,5В
V46 2Т632А			+3,5В +3,5В
V46 2Т632А			+3,5В +3,5В
V47 2Т602Б	+0,7В +0,5В		+3,5В +3,5В

Продолжение табл. 1

Поз. обозначение, тип	База	Эмиттер	Коллектор
V39 2Т316Д		+0,2В -0,4В	+6,4В +6,6В
V40 2Т316Д	0	+0,2В -0,4В	+6,4В +6,6В
V43 2Т328Б		+6,8В +6,8В	+4,5В +2,5В
V49 2Т316Б	+2В +0,05В	+4,5В -0,5В	+3,5В +2,6В
V51 2Т316Б	+4,2В +8,3В	+3,5В +3В	
V53 2Т316Д		+3,5В +3В	+9,7В +8В
V54 2Т316Б	+0,2В 0	+1,5В +0,5В	+5В -0,5В

Продолжение табл. 1

Поз. обозначение, тип	База	Эмиттер	Коллектор
V55 2Т31ВБ			
V62 2Т32ВБ			
V63 2Т32ВБ			

Таблица 2

Генератор развертки (ИЭЭ. 081. 037)

Поз. обозначение	База	Эмиттер	Коллектор
V1 2Т32ВБ			
V5 2Т31ВБ			
V8 2Т31ВБ			

Продолжение табл. 3

Поз. обозначение, тип	База	Эмиттер	Коллектор
V14 2Т32ВБ			
V15 2Т32ВБ			
V16 2Т203Б			
V20 2Т203Б			
V32 2Т31ВБ			
V33 2Т31ВБ			
V37 2Т32ВБ			

Продолжение табл. 2

Поз. обозначение, тип	База	Эмиттер	Коллектор
A3.2 159HT1Б (7,6,8)			

Таблица 3

Усилитель X (ИЭР.032.195)

Поз. обозначение, тип	База	Эмиттер	Коллектор
V8 2Т312Б			
V9 2Т312Б			
V10 2Т312Б			
V12 2Т326Б			
V13 2Т326Б			

Продолжение табл. 2

Поз. обозначение, тип	База	Эмиттер	Коллектор
V10 2Т326Б			
V11 2Т316Б			
V13 2Т326Б			
V14 2Т312Б			
V15 2Т326Б			
V19 2Т326Б			
V22 2Т312Б			

Продолжение табл. 2

Поз. обозначение, тип	База	Эмиттер	Коллектор
V24 2Т32ВБ	+7В 		
V30 2Т32ВБ	+7В 	+7,7 	
V31 2Т32ВБ	+7В 		
V32 2Т32ВБ			+0,7В
V33 2Т312В	+7,7 	+7В 	
V34 2Т312В	+7,7В 	+7В 	
V35 2Т32ВБ		+0,7В 	-1,5В

Продолжение табл. 2

Поз. обозначение, тип	База	Эмиттер	Коллектор
A4 159НТ1Б (3,4,2) (7,8,8)			-1,5В
V40 2Т312В	+0,7В 		+7В
V43 2Т32ВБ			
V44 2Т312В	+7,7В 	+7В 	
A2.1 159НТ1Б (3,4,2)	+1,5В 	+0,7В 	+2,2В
A2.2 159НТ1Б (7,8,8)	+0,8В 	+0,7В 	+5В
A3.1 159НТ1Б (3,4,2)	+2В 	+1,3В 	+2,2В

Продолжение табл. 12

Номер кон- трольной точки	Форма импульсных напряжений
X7	
X8	
X9	
X10	
X11	

Таблица 4

Усилитель предварительный (И22.030.213)

Пос. обозначение	База	Эмиттер	Коллектор
V4, V22 2T316Д			
V5, V24 2T326Б			
V7, V26 2T316Д			
V13, V33 2T326Б			
V15, V37 2T316Д			
V18, V38 2T326Б			
V42 2T316Д			
V43, V44 2T368А			

Таблица 5

Усилитель выходной (ИЭЭ.030.221)











Поз. обозначение	База	Эмиттер	Коллектор
V1, V2 2Т368А			+6,4В 
V3, V4 2Т328Б	+6,4В 	+5,7В 	
V5, V6 2Т328Б	+5,7В 	 +6,4В	
V7, V8 2Т328Б			+12В 
V9, V10 2Т810Б	+12В 	+6,5В 	+6,8В 
V13, V14 2Т904А			+5,0В 

Таблица 12

Измерительное устройство (ИЭЭ.710.012)

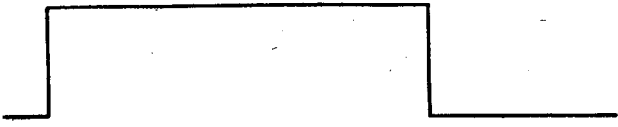
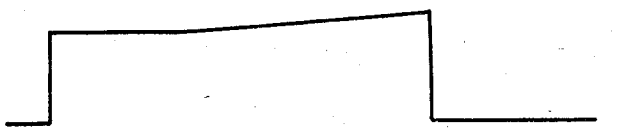

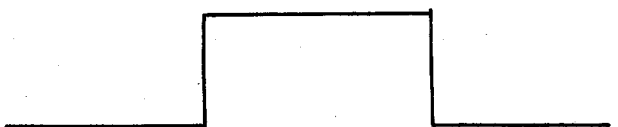
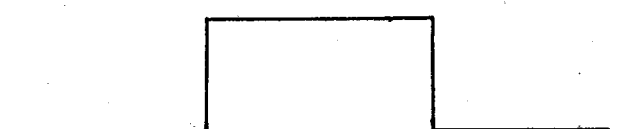

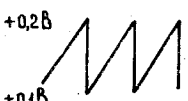
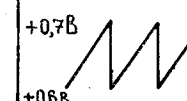
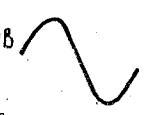
Номер контрольной точки	Форма импульсных напряжений
X1	
X2	
X3	
X4	
X5	
X6	

Таблица 10			
Автоматика (И22.020.122)			
Поз. обозначение тип	База	Эмиттер	Коллектор
T2 2П303Д	+0,2В  +0,1В	+0,7В  +0,6В	
Таблица 11			
Преобразователь высоковольтный (И23.211.045)			
Поз. обозначение, тип	База	Эмиттер	Коллектор
V2 2Т808А			+51В  +5В


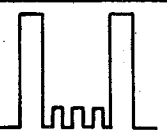
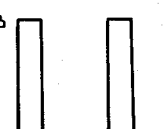
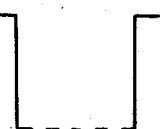
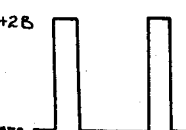









Усилитель Z (И22.035.351)			
Таблица 6			
Поз. обозначение	База	Эмиттер	Коллектор
V11 2Т326Б	+3,4В  +2,3В		+1,9В  -1,2В
V2 2Т326Б	+3,4В  +2,3В		+2,5В  -1В
V4 2Т316Б		+2В  -0,7В	+3,6В  +2,7В +2,5В
V5 2Т316Б		-2В  -0,7В	+3,6В  +2,7В +2,5В
V8 2Т316Б	+3,7В  +3,2В +3В	+3В  +2,9В +2,3В	
V9 2Т602Б	+3В  +2,5В +2,5В		+3,2В  +4,8В +2,3В
V12 2Т602Б	+5,2В  +4,1В	+5,3В  +3,5В +2,3В	

Таблица 7

Автоматика Z (И22.035.122)

Поз. обозначение	База	Эмиттер	Коллектор
А3,1 ИНТ251 (2,13,14)			
У3,2 ИНТ251 (12,3,4)			
У6,1 ИНТ251 (9,6,7)			
У6,2 ИНТ251 (2,3,14)			
У6,2 ИНТ251 (12,3,4)			
У6,2 ИНТ251 (5,10,11)			

Таблица 8

Устройство синхронизации (И22.075.028)

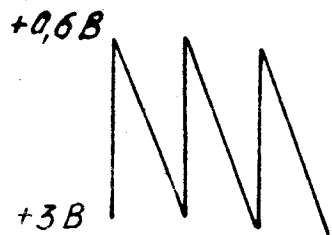
Поз. обозначение, тип	База	Эмиттер	Коллектор
V9 2П303Д			
V10 2П503Д			
А2,1 504ИТ2В (8,2,1)			
А2,2 504ИТ2В (6,4,5)			

Таблица 9

Генератор развертки (И22.081.037)

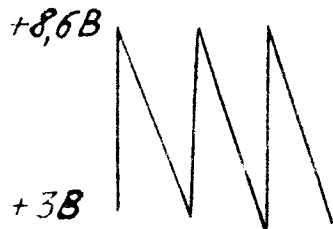
Поз. обозначение, тип	База	Эмиттер	Коллектор
V39			

Стр. 164. Табл. 7
Имеется:



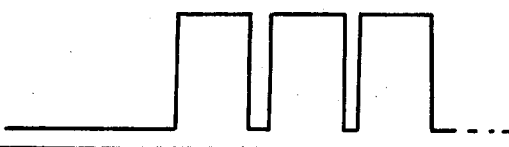
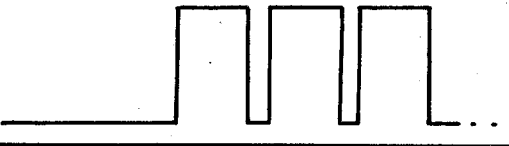
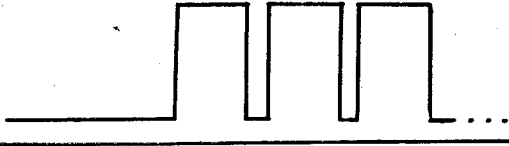
Стр. 165. Табл. 8
Имеется:
V39

Должно быть:



Должно быть:
V39
2П303Е

Таблица 13	
Преобразователь сигналов (ИЗ.036.058)	
Номер контрольной точки	Форма импульсных напряжений
X1	
X2	
X3	
X5	
X6	
X7	

Продолжение табл. 13	
Номер контрольной точки	Форма импульсных напряжений
X8	
X9	
X10	

Внимание!

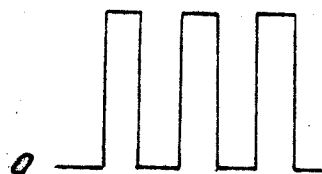
В техническом описании и инструкции по эксплуатации И22.048.006ТО, И22.048.006 ТО1 именяются следующие неточности:

Стр. 144. табл. 1

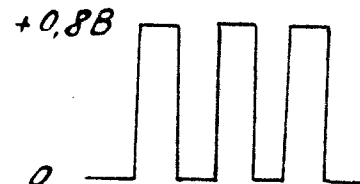
Вводится в колонку „Примечание“ текст: „Переключатель „полярн“ в положение „+“

Стр. 153. Табл. 1

Имеется:

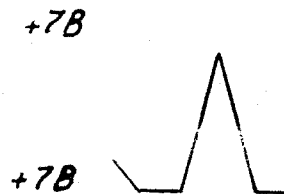


Должно быть:

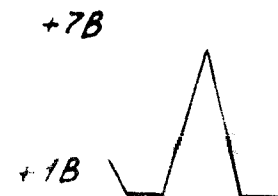


Стр. 155. Табл. 2

Имеется:



Должно быть:



ДАННЫЕ МОТОЧНЫХ УЗЛОВ

Таблица 1

ВНИМАНИЕ!

В данном приборе СГ-98 имеются следующие изменения в схемах электрических и неточности в техническом описании и инструкции по эксплуатации:

- 1) в схеме устройства синхронизации И22.075.028.33 вместо гибридной микросхемы А1 (И22.245.044) применена схема пикового детектора на дискретных элементах
- 2) лист 8. И22.048.006.10

Цируется:

3.8 Пределы допустимого значения относительной погрешности коэффициентов отклонения луча по вертикали (с делителем 1:10 и без него) равны:

- 1) основной $\pm 3\%$;
- 2) в рабочем диапазоне влияющего фактора $\pm 4,5\%$

Должно быть:

3.8 Пределы допустимого значения относительной погрешности коэффициентов отклонения луча по вертикали (с делителем 1:10 и без него) равны:

- 1) основной $\pm 3\%$ при размере изображения от 4 до 6 делений и 4% при размере от 6 до 8 делений;
- 2) в рабочем диапазоне влияющего фактора $\pm 4,5\%$

3. лист 172 табл. 2 И22.048.006.10

Цируется:

Трансформатор И24.730.219

Схема обмотки	Номер обмотки	Номер вывода	Напряжение, В		Ток, А		Число витков	Марка и диаметр провода	Рабочая частота, Гц
			U _{x/x}	U _{нагр.}	I _{x/x}	I _{нагр.}			
	I	1-2	14,7	14,7	0,1	124	6	ПЭТВ-939 0,400	18000 42000
	II	3-4	2,45	2,45	0,2	730,279	1		
	III	5-6	162	160	0,002	124	66	ПЭВТЛК 0,10	
		6-7	1825	1800	0,002	730,279	745		
		7-8	485	480	0,002	124	193		

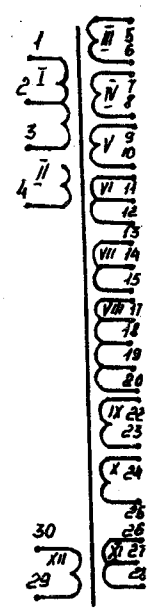
Должно быть:

Трансформатор ам04.730.004

Схема обмотки	Номер обмотки	Номер вывода	Напряжение, В		Ток нагрузки	Рабочая частота, Гц
			U _{x/x}	U _{нагр.}		
	I	1-2	16	16	0,4	$\varphi = 18 \dots 42$
	II	3-4	1,33	1,33		
	III	5-6	160	150		
		5-7	1200	1150		
		5-8	1330	1250		

Трансформатор И24.702.235

Схема обмотки	Номер обмотки	Номер вывода	Напряжение, В		Ток, А		Число витков	Марка и диаметр провода	Рабочая частота, Гц
			U _{x/x}	U _{нагр.}	I _{x/x}	I _{нагр.}			
I		1-2	115	115	0,1	138	297	ПЭТВ-939 0,850	400, 50, 60,
		2-3	105	105	0,2	0,76	270	ПЭТВ-939 0,630	
II		4	экран				312	ПЭТВ-939 0,125	400
III		5-6	64,2	60		0,15	165	ПЭТВ-939 0,250	
IV		7-8	87,6	82		0,6	226	ПЭТВ-939 0,560	
V		9-10	42,6	40		0,005	110	ПЭТВ-939 0,100	
VI		11-12	28,8	27		0,4	74	ПЭТВ-939 0,500	
		12-13	28,8	27			74		
VII		14-15	16,7	15,5		0,6	43	ПЭТВ-939 0,560	
		15-16	16,7	15,5			43		
VIII		17-18	7,0	6,5		0,6	18	ПЭТВ-939 1,18	
		18-19	9,7	9		2,5	25		
		19-20	9,7	9			25		
		20-21	7,0	6,5		0,6	18		
IX		22-23	17,3	16		0,1	43	ПЭТВ-939 0,224	
XI		24-25	9,55	9			23	ПЭТВ-939 0,224	
		26-27	17,3	16		0,1	45		
		27-28	17,3	16			45		
XII		29-30	7,0	6,3		0,3	18	ПЭТВ-939 0,400	



Магнитопровод ШЛ 25×50 Э320-0,35 ОЮ0.572.001 ТУ

КАРТОЧКА ОТЗЫВА ПОТРЕБИТЕЛЯ

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

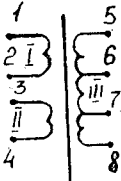
1. Тип изделия _____
2. Заводской номер изделия _____
3. Дата выпуска _____
4. Получатель и дата получения изделия _____
5. В каком состоянии изделие поступило к Вам:
были ли замечены какие-либо дефекты по причине некачественной упаковки или изготовления _____
6. Когда и какой ремонт или регулировку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

Подпись _____

« . » 19 г.

Таблица 2

Трансформатор И24.730.279

Схема обмотки	Номер обмотки	Номер вывода	Напряжение, В		Ток, А		Число витков	Марка и диаметр провода	Рабочая частота, Гц	
			U _{x/x}	U _{нагр.}	I _{x/x}	I _{нагр.}				
	I	1—2	14,7	14,7	см. И24.730.279	см. И24.730.279	6	ПЭТВ-939 0,400	18000-42000	
	II	3—4	2,45	2,45			1			
	III		5—6	162	160			66		ПЭВТЛК 0,10
			6—7	1825	1800		0,002	745		
			7—8	485	480			198		

Сердечники И27.076.001
И27.773.011

Линия отреза

УВАЖАЕМЫЙ ПОТРЕБИТЕЛЬ!

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