

ОСЦИЛЛОГРАФ УНИВЕРСАЛЬНЫЙ АВТОМАТИЧЕСКИЙ С1-78



ТЕХНИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ И ИНСТРУКЦИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

Часть 1

И22.048.002ТО

Часть 2

И22.048.002ТО1

ВН

При упаковке приборов
и силикагель отсутствуют

Зав 902—20000.

1984

СОДЕРЖАНИЕ

Техническое описание и инструкции по эксплуатации И22.048.002 ТО

Часть I

	Стр.
1. Введение	7
2. Назначение	8
3. Технические данные	8
4. Состав прибора	16
5. Устройство и работа прибора и его составных частей	17
5.1. Принцип действия	57
5.2. Схема электрическая принципиальная	112
5.3. Конструкция прибора	114
6. Маркирование и пломбирование	117
Приложения:	
1. Расположение основных элементов прибора	128
2. Устройство дистанционного управления	
3. Схемы электрические принципиальные (см. приложение к И22.048.002 ТО)	

Техническое описание и инструкции по эксплуатации И22.048.002 ТО

Часть II

	Стр.
1. Общие указания по эксплуатации	130
2. Указание мер безопасности	130
3. Подготовка прибора к работе	130
3.1. Установка прибора на рабочем месте	130
3.2. Описание органов управления	135
3.3. Включение и проверка работоспособности прибора	140
4. Порядок работы	148
4.1. Правила эксплуатации	148
4.2. Проведение измерений	159
5. Характерные неисправности и методы их устранения	159
5.1. Метод разборки прибора и поиск неисправностей	162
5.2. Краткий перечень возможных неисправностей	168
5.3. Регулирование и настройка	179
6. Техническое обслуживание	179
7. Проверка осциллографа	179
7.1. Операции и средства поверки	182
7.2. Условия поверки и подготовка к ней	182
7.3. Проведение поверки	199
7.4. Оформление результатов поверки	200
8. Правила хранения	200
9. Транспортирование	201
9.1. Тара, упаковка и маркировка упаковок	
9.2. Условия транспортирования	
Приложения:	
1. Данные трансформаторов и индуктивностей	205
2. Карты рабочих и импульсных напряжений прибора	211

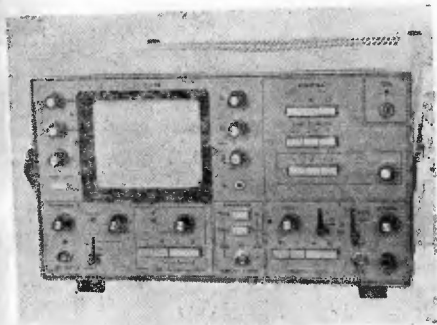


Рис. 1а. Общий вид осциллографа.

Часть 1

1. ВВЕДЕНИЕ

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

Осциллограф С1-78 является сложным современным электронным устройством, обеспечивающим сравнительно высокую точность измерений и удобство в работе. Благодаря применению микросхем и полупроводниковых приборов осциллограф имеет небольшие габариты и малое потребление электроэнергии.

Безотказная работа прибора обеспечивается регулярным техническим обслуживанием. Виды и периодичность работ по техническому обслуживанию изложены в разделе 7 «Проверка осциллографа» (И22.048.002 ТО1).

Настройка и регулировка осциллографа производились при помощи разнообразных точных приборов, поэтому следует избегать всяких перерегулировок внутри прибора.

Ремонт прибора необходимо производить только лицам, имеющим специальную подготовку, ознакомленным с устройством и принципами работы данного прибора, в условиях специально оборудованных мастерских. В приборе есть напряжения, опасные для жизни, поэтому перед вскрытием и ремонтом прибора следует тщательно ознакомиться с указаниями мер безопасности, изложенными в разделе 2 «Указание мер безопасности» (И22.048.002 ТО1).

Для исключения возможности механических повреждений прибора, нарушения целостности гальванических и лакокрасочных покрытий следует соблюдать правила хранения и транспортирования прибора, изложенные в разделах 8 «Правила хранения» и 9 «Транспортирование» (И22.048.002 ТО1).

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

1. Техническое описание и инструкция по эксплуатации. Часть 1. И22.048.002ТО. (С приложением альбома схем).

2. Техническое описание и инструкция по эксплуатации. Часть 2. И22.048.002ТО1.

2. НАЗНАЧЕНИЕ

Осциллограф универсальный автоматический С1-78 предназначен для оперативного контроля и измерения параметров периодических электрических процессов, различающихся между собой величинами амплитуд, длительностями импульсов и частотами повторения.

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

Рабочие условия эксплуатации прибора:

- температура окружающей среды от минус 10 до $+50^{\circ}\text{C}$;
- максимальная влажность до 95% при температуре $+(30\pm 2)^{\circ}\text{C}$;
- атмосферное давление кПа (мм рт. ст.) от 60 до 104 (от 460 до 780).

3. ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

3.1. Размеры рабочей части экрана должны быть не менее: 8 делений (80 мм) — по вертикали; 10 делений (100 мм) — по горизонтали.

3.2. Ширина линии луча не должна превышать: — 0,8 мм в центральной зоне (зона А), ограниченной прямоугольником со сторонами, отстоящими от центра на $3/8$ размера рабочей части в направлении её осей.

3.3. Яркость изображения сигнала и символов индикации должна регулироваться от полного отсутствия до величины удобной для наблюдения.

3.4. Осциллограф должен обеспечивать индикацию коэффициента отклонения и коэффициента развертки в цифровой форме. Символы цифровой индикации должны располагаться в пределах одного верхнего деления шкалы соответственно в левом и правом углах рабочей части экрана.

3.5. Коэффициент отклонения луча по вертикали должен иметь значения (номинальные): 0,005; 0,01; 0,02; 0,05; 0,1; 0,2; 0,5; 1; 2; 5 В/дел.

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

При выводе ручки из крайнего правого положения перед изменением коэффициента отклонения на экране должен изображаться знак «>».

При подключении на вход осциллографа выносного делителя коэффициент отклонения должен увеличиваться в 10 раз.

Выбор коэффициента отклонения луча по вертикали в пределах всего диапазона значений осуществляется автоматически, вручную и дистанционно. При ручном выборе переключения коэффициента отклонения осуществляется с помощью кнопок «<» или «>»; при длительном нажатии любой из кнопок интервал времени между последующими переключениями находится в пределах от 0,6 до 0,9 с.

При дистанционном выборе коэффициентов отклонения системы ручного и автоматического управления блокируются.

3.6. 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 35 МГц и импульсных сигналов длительностью от $2,5\cdot 10^{-3}$ до $40\cdot 10^{-9}$ с со скважностью не более 250 находится в пределах от 2 до 8 делений.

При отсутствии входного сигнала автоматически устанавливается коэффициент отклонения равный 5 мВ/дел.

3.7. Погрешность коэффициента отклонения луча по вертикали не превышает:

- а) основная $\pm 4\%$;
- б) в рабочем диапазоне влияющего фактора $\pm 6\%$.

3.8. Нелинейность отклонения луча по вертикали не превышает $\pm 10\%$.

3.9. Время нарастания переходной характеристики тракта вертикального отклонения не превышает:

- 12 нс при коэффициентах отклонения 5 мВ/дел и 5 В/дел;
- 10 нс при остальных значениях коэффициента отклонения.

Время установления переходной характеристики тракта вертикального отклонения не превышает:

- 36 нс при коэффициентах отклонения 5 мВ/дел и 5 В/дел;
- 30 нс при остальных значениях коэффициента отклонения.

При подключении на вход тракта вертикального отклонения 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 6 нс.

3.10. Выброс на переходной характеристике не превышает 5%; при подключенном выносном делителем выброс не превышает 7%.

3.11. Неравномерность переходной характеристики (отражения, синхронные наводки) не превышает 4% на участке времени установления и 2% после участка времени установления.

3.12. Спад вершины переходной характеристики при закрытом входе тракта вертикального отклонения и длительности испытательного импульса 10 мс не превышает 10%.

3.13. Нормальный диапазон амплитудно-частотной характеристики (АЧХ) тракта вертикального отклонения от 0 до 6 МГц.

Расширенный диапазон АЧХ от 0 до 18 МГц.

Опорная частота — 100 кГц.

Полоса пропускания:

от 0 до 30 МГц при коэффициентах отклонения 5 мВ/дел и 5 В/дел;

от 0 до 35 МГц при остальных значениях коэффициента отклонения.

3.14. Дрейф линии развертки после времени установления рабочего режима не превышает:

а) кратковременный — 0,2 деления (1 мВ);

б) долговременный — 1 деление (5 мВ).

Смещение линии развертки при переходе от коэффициента отклонения 5 мВ/дел к коэффициенту отклонения 10 мВ/дел или наоборот не более 1 дел.

Смещение линии развертки при изменении напряжения питающей сети на $\pm 10\%$ не более 0,2 дел.

3.15. Пределы перемещения луча по вертикали не менее двух значений номинального вертикального отклонения.

3.16. Входное активное сопротивление при открытом входе тракта вертикального отклонения составляет $(1 \pm 0,02)$ МОм, входная емкость (30 ± 3) пФ.

3.17. Максимальный размах исследуемого сигнала на открытом входе тракта вертикального отклонения без выносного делителя не более 40 В.

Максимальное суммарное значение постоянного напряжения и амплитуды переменного напряжения на закрытом входе без выносного делителя не превышает 200 В.

3.18. Постоянное напряжение, которое может быть скомпенсировано на входе тракта вертикального отклонения, не менее:

$\pm 2,5$ В при коэффициенте отклонения 5 мВ/дел;

$\pm 2,5 \cdot k \cdot 10^2$ В при остальных значениях коэффициента отклонения, где, k — установленный коэффициент отклонения, В/дел.

Погрешность установки напряжения компенсации не более $\pm 3\%$.

Примечание. Максимальное суммарное значение постоянного напряжения и амплитуды переменного напряжения при компенсации постоянной составляющей без выносного делителя не превышает 200 В, а с делителем — 300 В.

1.3.19. Задержка изображения сигнала в тракте вертикального отклонения обеспечивает просмотр фронта исследуемого импульса на рабочей части линии развертки.

1.3.20. Выносной делитель И22.727.080 обладает входным активным сопротивлением $(1 \pm 0,02)$ МОм, входной емкостью не более 12 пФ и коэффициентом деления 10 с погрешностью не более $\pm 2\%$.

Выносной делитель И22.727.048-01 обладает входным активным сопротивлением (10 ± 1) МОм, входной емкостью не более 12 пФ и коэффициентом деления 10 с погрешностью не более $\pm 10\%$.

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

3.21. Тракт горизонтального отклонения обеспечивает следующие режимы работы:
автоколебательный;
ждущий;
внешний.

3.22. Коэффициент развертки имеет значения (номинальные);

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; 50; 20; 10 нс/дел.

При повороте ручки плавного изменения коэффициента развертки из крайнего правого в крайнее левое положение коэффициент развертки увеличивается не менее чем в 2,5 раза.

При повороте ручки из крайнего правого положения перед значением коэффициента развертки на экране изображается знак «>».

Выбор коэффициента развертки осуществляется автоматически в пределах от 2 мс/дел до 10 нс/дел, а вручную и дистанционно — в пределах всего диапазона значений.

При ручном выборе переключение коэффициента развертки осуществляется с помощью кнопок «<» или «>»; при длительном нажатии любой из кнопок интервал времени между последующими переключениями находится в пределах от 0,6 до 0,9 с.

При ручном выборе коэффициента развертки в диапазоне значений от $0,1 \cdot 10^{-8}$ до 0,5 с/дел переключатель растяжки обеспечивает уменьшение коэффициента развертки в 10 раз и соответствующую растяжку развертки.

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 «  » должна обеспечивать смещение растянутого изображения не менее чем на 10 делений.

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

3.23. При автоматическом выборе коэффициента развертки для периодических сигналов с частотой от 200 Гц до 35 МГц, размахом не менее 2 делений и скважностью не более 3, горизонтальный размер изображения одного периода исследуемого сигнала на экране должен находиться в пределах от 2 до 8 делений.

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

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

При отсутствии входного сигнала должен автоматически устанавливаться коэффициент развертки равный 100 мкс/дел.

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

3.25. Погрешность коэффициента развертки в пределах рабочей части развертки не превышает:

а) основная $\pm 4\%$;

б) погрешность в рабочем диапазоне влияющего фактора $\pm 6\%$.

Рабочей частью развертки без растяжки является участок длиной 10 делений, отсчитанный от ее начала; при включенной растяжке рабочим является участок длиной 100 делений, отсчитанный от ее начала, за исключением начального участка длиной 1,2 деления при коэффициенте развертки 50 нс/дел, 3 деления при коэффициенте развертки 20 нс/дел, 6 делений при коэффициенте развертки 10 нс/дел.

3.26. Регулировка перемещения луча по горизонтали обеспечивает совмещение начала и конца линии развертки с центром экрана.

3.27. Коэффициент отклонения луча по горизонтали имеет значение 0,5 и 5 В/дел.

Погрешность коэффициента отклонения луча по горизонтали не превышает:

а) основная $\pm 4\%$;

б) погрешность в рабочем диапазоне влияющего фактора $\pm 6\%$.

3.28. Полоса пропускания тракта горизонтального отклонения во внешнем режиме при неравномерности амплитудно-частотной характеристики 3 дБ от 0 до 5 МГц при опорной частоте 100 кГц.

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

3.30. 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 $35 \cdot 10^6$ — в положении « $\sim$ »;

от $30 \cdot 10^3$ до $35 \cdot 10^6$ — в положении « $\sim B^1x$ »;

от 25 до $30 \cdot 10^6$ Гц — в положении « $\sim H^1x$ »;

от 2 до $35 \cdot 10^6$ Гц — в положении « ∞ ».

Синхронизация импульсными сигналами обеспечивается длительностью импульса 20 нс и более.

Синхронизация также осуществляется от питающей сети 50 (400) Гц. В диапазоне частот 25—100 (200—800) Гц устойчивая синхронизация обеспечивается в положении « $\sim H^1x$ » переключателя вида синхронизации.

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

3.31. Внутренняя синхронизация при автоматической установке уровня осуществляется исследуемым сигналом любой полярности при вертикальном размахе изображения сигнала 2 деления и более независимо от положения ручки «УРОВЕНЬ».

Диапазон частот синхронизации определяется положением переключателя вида синхронизации и составляет:

- от 200 до $35 \cdot 10^3$ — в положение «~»;
- от $30 \cdot 10^3$ до $35 \cdot 10^3$ — в положении «~ ВЧ»;
- от 200 до $30 \cdot 10^3$ Гц — в положении «~ НЧ»;
- от 200 до $35 \cdot 10^3$ Гц — в положении «~».

Синхронизация импульсными сигналами обеспечивается длительностью импульсов 20 нс и более.

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

3.32. Внешняя синхронизация осуществляется исследуемым сигналом любой полярности размахом от 0,4 до 40 В как при ручной, так и при автоматической установке уровня.

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

- от 200 до $35 \cdot 10^3$ — в положение «~»;
- от $30 \cdot 10^3$ до $35 \cdot 10^3$ — в положении «~ ВЧ»;
- от 25 до $30 \cdot 10^3$ Гц — в положении «~ НЧ»;
- от 2 до $35 \cdot 10^3$ Гц — в положении «~».

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

- от 200 до $35 \cdot 10^3$ — в положение «~»;
- от $30 \cdot 10^3$ до $35 \cdot 10^3$ — в положении «~ ВЧ»;
- от 200 до $30 \cdot 10^3$ Гц — в положении «~ НЧ»;
- от 2 до $35 \cdot 10^3$ Гц — в положении «~».

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

Нестабильность синхронизации не превышает 0,1 деление при коэффициенте развертки 10 нс/дел.

3.33. Минимальная частота следования развертки, при которой обеспечивается наблюдение и определение параметров исследуемого сигнала при минимальном коэффициенте развертки, не более 200 Гц.

3.34. Внутренний источник калибровочного напряжения генерирует положительные П-образные импульсы с частотой 1 кГц и амплитудой 50 мВ и 0,6 В.

Основная погрешность установки частоты и амплитуды импульсов калибратора не превышает $\pm 1\%$; погрешность в рабочем диапазоне влияющего фактора не превышает $\pm 1,5\%$.

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

3.36. Геометрические искажения, проявляющиеся в виде деформации изображения в пределах рабочей части экрана, не превышают 2%.

3.37. Яркость изображения сигнала при изменении скважности развертки (отношение периода повторения сигнала к длительности прямого хода развертки) от 2 до 40, за счет действия системы автоматической подрегулировки яркости, остается в пределах величины, удобной для наблюдения.

3.38. Модуляция по яркости обеспечивается при подаче на гнездо « $\odot$ Z» сигналов в диапазоне частот от 3 до $35 \cdot 10^3$ Гц с амплитудой от 5 до 25 В.

3.39. Входное активное сопротивление входа «Z» составляет $(47 \pm 9,4)$ кОм; входная емкость не более 120 пФ.

3.40. При нажатии кнопки «ПОИСК ЛУЧА» изображение сигнала появляется в пределах рабочей части экрана.

3.41. Электрическая изоляция цепи питания между входом сетевого кабеля и корпусом осциллографа выдерживает без пробоя испытательное напряжение действующего значения:

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

Сопротивление изоляции указанной цепи осциллографа относительно корпуса не менее:

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

3.42. Прибор обеспечивает свои технические характеристики в пределах норм, установленных ТУ, по истечении времени установления рабочего режима, равного 15 мин.

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

- (220 ± 22) В, частотой $(50 \pm 0,5)$ Гц и содержанием гармоник до 5%;
- $(115 \pm 5,75)$ В и (220 ± 11) В, частотой (400 ± 12) Гц и содержанием гармоник до 5%.

3.44. Мощность, потребляемая осциллографом от сети, при номинальном напряжении не превышает 140 В. А.

3.45. Осциллограф допускает непрерывную работу в рабочих условиях в течение 8 ч в сутки при сохранении своих технических характеристик в пределах норм, установленных ТУ. При этом обеспечиваются нормальные режимы электровакуум-

ных приборов, полупроводниковых приборов, электроразноэлементов в пределах норм, стандартов и ТУ на них.

3.46. Напряжение промышленных радиопомех не превышает:

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.

3.47. Габаритные размеры прибора 408×222×466 мм.

Габаритные размеры прибора в упаковочном ящике 586×301×586 мм.

Габаритные размеры транспортной тары 784×462×708 мм.

3.48. Масса прибора не превышает 19 кг.

Масса прибора в упаковочном ящике не превышает 40 кг.

Масса прибора в транспортной таре не превышает 50 кг.

3.49. Нарботка на отказ (To) не менее 800 ч. Средний срок службы прибора составляет 10 лет, а средний ресурс — 10000 ч.

Средний срок сохраняемости приборов составляет 5 лет в условиях отапливаемых хранилищ.

4. СОСТАВ ПРИБОРА

Состав прибора приведен в табл. 1.

Таблица 1

Наименование	Обозначение	Кол.	Примечание
Осциллограф универсальный автоматический С1-78	И22.048.005	1	
Запасные части			
лампа СМН-10-55-2		7	
предохранитель ВП1-1-2,0А		4	
предохранитель ВП1-2-0,25А		3	
Принадлежности:			
делитель 1:10	И22.727.080	1	
делитель 1:10	И22.727.048-01	1	
переход	ЯП2.236.001	1	
кабель	И24.850.086Сп	1	
кабель	И24.850.088Сп	1	
кабель	И24.850.089Сп	1	

Продолжение табл. 1

Наименование	Обозначение	Кол.	Примечание
кабель	И26.645.001	1	
провод соединительный	И24.860.008Сп	2	
трансформатор п. ч. согласующий	ЕЭ4.735.506Сп	1	
переход	И22.236.006Сп	1	
переход СР-50-75ФБ	ОТК 3593	1	
тройник СР-50-95ФБ		1	
вилка 2РМТ27КПН24ЩВ1		1	
светофильтр	И23.900.006	1	
тубус	И28.647.003	1	
каркас	И27.804.082	1	
плата	И25.282.177	1	

5. УСТРОЙСТВО И РАБОТА ПРИБОРА И ЕГО СОСТАВНЫХ ЧАСТЕЙ

5.1. Принцип действия

5.1.1. Универсальный автоматический осциллограф С1-78 построен по классической схеме одноканального электронно-лучевого осциллографа, содержащей:

— осциллографический индикатор — электронно-лучевую трубку (ЭЛТ);

— тракт вертикального отклонения;

— тракт горизонтального отклонения;

— устройство управления яркостью луча;

— калибратор амплитуды и длительности;

— источники питания.

Основным отличием схемы рассматриваемого осциллографа от широко распространенных приборов является то, что во все основные функциональные узлы прибора введены устройства автоматического управления. Кроме того, в состав прибора входит устройство знаковой индикации. Структурная схема осциллографа приведена на рис. 1.

Для измерения амплитуд и временных интервалов в приборе принят метод отсчета по градуированной шкале ЭЛТ. Применение такого метода упрощает пользование прибором, но в

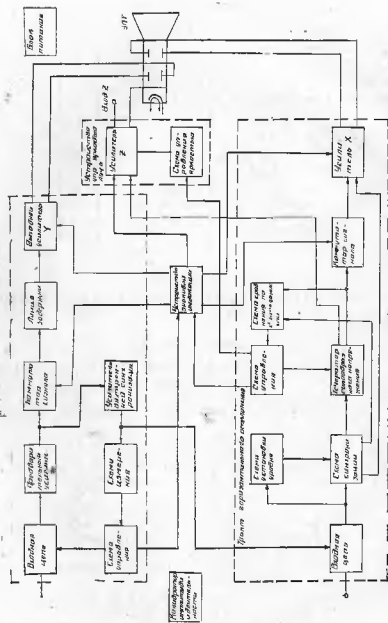


Рис. 1. Структурная схема осциллографа СГ-73.

то же время предъявляет ряд требований по обеспечению точности коэффициентов усиления, коэффициентов деления входного аттенюатора и скорости разверток.

Тракт вертикального отклонения усиливает или ослабляет входной сигнал до величины, удобной для изучения на экране ЭЛТ и содержит:

- входную цепь, подключающую источник исследуемого сигнала. В нее входят разъем, переключатель и аттенюатор;
- предварительный усилитель, расщепляющий фазу и усиливающий исследуемые сигналы;
- коммутатор сигнала, обеспечивающий прерывание исследуемого сигнала на время, необходимое для выписки знаков коэффициентов отклонения или коэффициентов развертки;
- линию задержки, компенсирующую время срабатывания (запаздывания) тракта горизонтального отклонения;
- выходной усилитель Y , питающий сигнальные пластины ЭЛТ либо исследуемым сигналом, либо импульсами, с помощью которых осуществляется выписка знаков;
- усилитель внутренней синхронизации, усиливающий исследуемый сигнал до величины, необходимой для устойчивого запуска развертки; кроме того, с этого усилителя снимается сигнал на схему измерения;
- схему измерения, осуществляющую измерение размаха исследуемого сигнала и сравнение полученной величины с контрольными уровнями, соответствующими минимальной и максимальной величине изображения сигнала на экране ЭЛТ. В зависимости от результатов сравнения на схему управления подаются команды управления;
- схему управления, осуществляющую изменение коэффициента передачи входной цепи по командам схемы измерения; код установленного коэффициента передачи подается на устройство знаковой индикации; при необходимости схема управления может работать в ручном режиме.

Тракт горизонтального отклонения генерирует функциональное напряжение, синхронное с исследуемым сигналом, для создания временной оси на экране ЭЛТ, обеспечивает передачу сигнала на пластины ЭЛТ при исследовании с помощью фигур Лиссажу и содержит:

- входную цепь, подключающую источник синхронизирующего (запускающего) сигнала; в нее входят разъем и переключатели источника и вида синхронизации;
- схему синхронизации, осуществляющую запуск генератора пилообразного напряжения синхронно с запускающим сигналом;

— схему установки уровня, обеспечивающую запуск схемы синхронизации независимо от положения ручки «УРОВЕНЬ»; при необходимости схема установки уровня может работать в ручном режиме;

— генератор пилообразного напряжения, формирующий пилообразное напряжение для отклонения луча ЭЛТ пропорционально времени; кроме того, в генераторе развертки формируются прямоугольные импульсы, обеспечивающие подсчет луча ЭЛТ во время прямого хода развертки;

— коммутатор сигнала, обеспечивающий прерывание пилообразного напряжения на время, необходимое для выписки коэффициентов отклонения или коэффициентов развертки;

— усилитель X, расщепляющий фазу напряжения развертки и усиливающий его до величины, необходимой для получения требуемого коэффициента развертки; для выписки знаков коэффициентов отклонения или коэффициентов развертки на окончательный усилитель подаются сигналы с устройства знаковой индикации. При исследовании сигналов по фигурам Лиссажу на окончательный усилитель вместо пилообразного напряжения подается исследуемый сигнал;

— схему сравнения по длительности, осуществляющую сравнение длительности строба сигнала с контрольными импульсами, соответствующими минимальному и максимальному размерам одного периода исследуемого сигнала (одного импульса) на экране ЭЛТ; в зависимости от результатов сравнения на схему автоматического управления подаются команды управления;

— схему управления, осуществляющую изменение коэффициента развертки (скорости развертки) по командам схемы сравнения по длительности; код установленного коэффициента развертки подается на устройство знаковой индикации; при необходимости схема управления может работать в ручном режиме.

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

— усилитель Z, осуществляющий усиление всех управляющих импульсов и подачу усиленного сигнала на модулятор ЭЛТ;

— схему управления яркостью, осуществляющую подрегулировку яркости изображения в зависимости от изменения скажности развертки.

Устройство знаковой индикации формирует сигналы, с помощью которых, по принципам построения фигур Лиссажу, на

экране ЭЛТ выписываются цифры и знаки размерности коэффициентов отклонения луча и коэффициентов развертки.

Электронно-лучевая трубка служит для представления исследуемых сигналов в виде, удобном для визуального восприятия. Неподвижность изображения исследуемых сигналов обеспечивается за счет синхронизированного запуска развертывающего напряжения и инерционности визуального восприятия человеческого глаза. На экран ЭЛТ с внутренней стороны нанесена шкала, представляющая собой сетку линий, ограничивающих площадь 80×100 мм. Нанесение шкалы непосредственно на поверхность экрана обеспечивает беспараллаксный отсчет измеряемых величин и тем самым повышение точности измерений. Для обеспечения удобства работы с прибором предусмотрена система подсвета шкалы ЭЛТ с регулировкой яркости подсвета по желанию оператора.

Блок питания обеспечивает все схемы прибора стабилизированными напряжениями, а также содержит высоковольтные источники, обеспечивающие питание электродов ЭЛТ. Первичным напряжением для блока питания является сеть переменного тока.

Для периодической проверки калиброванных коэффициентов развертки и коэффициентов отклонения служит калибратор амплитуды и длительности. С помощью калибратора осуществляется также компенсация выносного делителя.

Рассмотрим более подробно работу основных функциональных частей прибора

5.1.2. Тракт вертикального отклонения, как указано в п. 5.1.1, состоит из:

- 1) входной цепи;
- 2) предварительного усилителя;
- 3) коммутатора сигнала;
- 4) усилителя синхронизации;
- 5) схемы измерения;
- 6) линии задержки;
- 7) выходного усилителя Y;
- 8) схемы управления.

Первые пять узлов объединены в единый блок вертикального отклонения, причем переключатели схемы управления также размещены в этом блоке. Конструктивно блок вертикального отклонения и схема управления выполнены в виде съемных узлов. Таким образом в тракт вертикального отклонения прибора входят:

- блок вертикального отклонения;
- линия задержки;

- выходной усилитель У;
- автоматика У (схема управления).

Структурная схема тракта приведена на рис. 2.

Исследуемый сигнал подается на гнездо « $\oplus$ 1MΩ30pF»

блока вертикального отклонения. В зависимости от положения переключателя В2 на аттенюатор поступает либо весь сигнал, либо только переменная составляющая сигнала. Положение «1» переключателя используется для наблюдения линии развертки на экране ЭЛТ. при замкнутом на корпусе входе С, переключателя В2 сигнал поступает на вход аттенюатора.

Аттенюатор представляет собой группу частотно-компенсируемых делителей, управление которыми производится по командам, поступающим с дешифратора команд схемы управления. В состав аттенюатора входят делители на 2, 5, 10 и 100. В тракт сигнала может включаться либо один делитель, либо два делителя, включенных последовательно. За счет этого аттенюатор обеспечивает ступенчатое изменение коэффициента деления в отношении $(1, 2, 5) \cdot 10^n$ от 1 до 500. Соответственно коэффициент отклонения луча по вертикали при этом изменяется от 10 мВ/дел до 5 В/дел.

Выход аттенюатора соединен с входным каскадом сигнала, который обеспечивает высокое входное сопротивление и малую входную емкость тракта вертикального отклонения.

Потенциометр напряжения компенсации через переключатель В2-2 подключается к входному каскаду компенсации. Обычно потенциометр отключен и вход каскада компенсации заземлен через специальный резистор в схеме.

Для уменьшения температурного дрейфа усилителей оба входных каскада выполнены по идентичной схеме.

В положении « $\approx - U_{\text{компл}}$ » на вход усилителя поступает напряжение компенсации постоянной составляющей входного сигнала. Величина компенсирующего напряжения может изменяться в пределах $\pm 2,5$ В. Поскольку сигнал на основной вход поступает через аттенюатор, то величина постоянной составляющей входного сигнала, которая может быть скомпенсирована на входе прибора, определяется по формуле:

$$U = \pm 2,5 \cdot k \cdot 10^n, \quad (1)$$

где U — величина постоянной составляющей входного сигнала, В;

k — коэффициент отклонения по вертикали.

Контроль величины напряжения при необходимости может осуществляться с помощью вольтметра, подключаемого к гнездам Гн1 и Гн2.

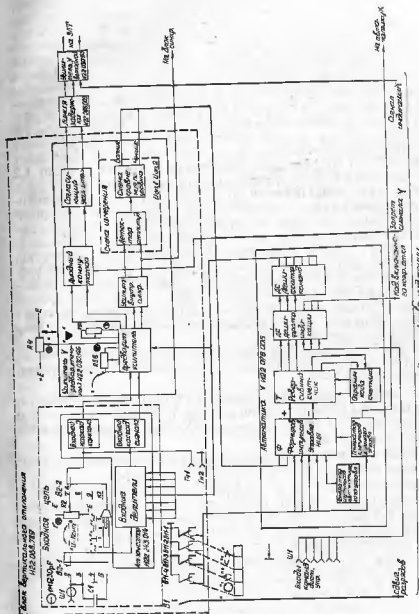


Рис. 2 Структурная схема тракта вертикального отклонения

Входные каскады соединены с предварительным усилителем, на входе которого выключен фазоинвертор. Фазоинвертор расцепляет фазу входного сигнала и дальнейшая часть тракта вертикального отклонения построена по двухтактной схеме.

В предварительный усилитель включены потенциометры плавной регулировки коэффициента отклонения, калировки усиления и перемещения луча по вертикали. В схеме усилителя имеется цепочка переключаемой обратной связи, за счет которой увеличивается коэффициент усиления и тем самым обеспечивается коэффициент отклонения 5 мВ/дел; делители аттенюатора в этом случае отключаются. Общий коэффициент усиления предварительного усилителя невелик и составляет около 2,5 при коэффициенте отклонения 5 мВ/дел. и около 1,2 при остальных значениях коэффициента отклонения.

С выхода предварительного усилителя сигнал одновременно поступает на диодный коммутатор и усилитель внутренней синхронизации. Диодный коммутатор включен в тракт сигнала для прерывания сигнала на время выписки символов индикации коэффициентов отклонения и коэффициентов развертки. С диодного коммутатора сигнал подается на согласующий усилитель, а затем на линию задержки. Линия задержки компенсирует задержку, возникающую в тракте горизонтального отклонения, кроме того, применение линии задержки позволяет вывести передний фронт исследуемого импульса на середину рабочей части экрана.

Линия задержки соединяется с выходным усилителем У; выход этого усилителя соединен с сигнальными отклоняющими пластинами ЭЛТ.

В момент прерывания сигнала У на одно плечо выходного усилителя подается сигнал индикации У, который совместно с аналогичным сигналом индикации Х осуществляет выписку символов индикации.

Усилитель внутренней синхронизации помимо основного назначения усиливает сигнал для схемы измерения.

Поскольку изменение коэффициента отклонения осуществляется калиброванными ступенями, то для каждого коэффициента отклонения при автоматическом выборе вертикальный размер изображения сигнала может изменяться от минимального до максимального.

Исходя из условий устойчивой работы схем автоматики, вертикальный размер изображения сигнала находится в пределах от 2 до 8 см.

Для обеспечения оптимальных условий наблюдения сигнала на экране ЭЛТ необходимо, чтобы минимальный размер изо-

бражения сигналами по вертикали обеспечивал отсчет напряжений с погрешностью, не превышающей допустимую.

Выбор максимального вертикального размера изображения сигнала диктуется принципами построения автоматических систем регулирования релейного типа. Этот размер зависит от дискретности изменения коэффициента отклонения. Кроме того, максимальный размер изображения сигнала не должен превышать рабочего размера шкалы ЭЛТ по вертикали.

Для обеспечения устойчивой работы схем автоматики необходимо, чтобы выполнялось условие:

$$\frac{H_{\max}}{H_{\min}} < \frac{K_n}{K_{n+1}}, \quad (2)$$

где $H_{\max}$ — максимальный вертикальный размер изображения сигнала при определенном коэффициенте отклонения в делениях;

$H_{\min}$ — минимальный вертикальный размер изображения сигнала при том же коэффициенте отклонения в делениях;

K_{n+1} и K_n — значения двух соседних коэффициентов отклонения в В/дел.

В нашем конкретном случае величина минимального вертикального размера изображения принята равной (2 деления). Если коэффициент отклонения луча по вертикали изменяется калиброванными ступенями в отношении $(1:2:5) \cdot 10^6$ В/дел, то максимальное отношение

$$\frac{K_{n+1}}{K_n} = 2.$$

Пользуясь формулой 2 находим:

$$H_{\max} > H_{\min} \cdot \frac{K_{n+1}}{K_n}, \text{ т. е. } H_{\max} > 2 \cdot 2.$$

В нашем случае принимаем $H_{\max} = 8$ дел.

Как указывалось выше, размер изображения сигнала на экране ЭЛТ должен находиться в пределах от 2 до 8 дел, чему соответствует определенная величина напряжения сигнала.

При подходе к принципам измерения оказывается, что измерение эффективного или максимального значений величины сигнала недостаточно для получения информации о величине изображения. Между эффективным или максимальным значением исследуемого сигнала и размером изображения имеется соответствие только в том случае, если в сигнале нет постоян-

кой составляющей, а сигнал является либо чистой синусоидой, либо импульсом, начальный уровень которого равен нулю. Во всех остальных случаях для обеспечения соответствия между размером изображения и величиной сигнала необходимо измерять размах исследуемого сигнала. Выполнение этого условия осуществляет схема измерения.

Схема измерения состоит из детектора амплитуд и схемы сравнения по уровням и предназначена для управления коэффициентом усиления всего тракта вертикального отклонения.

В детекторе амплитуд осуществляется раздельное измерение величины положительной и отрицательной составляющих входного сигнала, а затем их сложение. В результате такой операции выходные напряжения детектора амплитуд в точности равно размаху исследуемого сигнала. Если в исследуемом сигнале постоянная составляющая превышает величину переменной составляющей, то в этом случае выходное напряжение детектора амплитуд равно сумме абсолютных значений постоянной составляющей и максимальной величины переменной составляющей.

Напряжение с выхода детектора амплитуд поступает на схему сравнения по уровням. В этой схеме осуществляется сравнение по двум уровням, один из которых соответствует минимальному, а другой — максимальному размеру изображения сигнала на экране ЭЛТ.

Схемы сравнения построены так, что если размах сигнала находится в интервале между минимальным и максимальным размерами, то на выходе обеих схем сравнения имеется кулевой сигнал. Если размах сигнала выйдет за допустимые пределы, то на выходе одной из схем сравнения появляется единичный сигнал. Эти сигналы (команды «больше» и «меньше») поступают в автоматику Y.

Автоматика Y осуществляет управление коэффициентом усиления всего тракта вертикального отклонения. В зависимости от условий автоматика Y и, соответственно, весь тракт может работать в двух режимах: «ручном» и «автоматическом».

В схему автоматики Y входит:

- формирователь импульсов управления;
- реверсивный счетчик;
- ограничитель хода счетчика;
- дешифратор индикации;
- дешифратор команд;
- генератор импульсов ручного управления;
- генератор импульсов автоматического управления.

Рассмотрим первоначально работу в автоматическом режиме. Выбор режима осуществляется переключателем В11 (И22.243.014 ЭЗ).

При включении В11-4 формирователь работает по сигналам «больше», «меньше», поступающим со схемы сравнения по уровням. Для того, чтобы преобразовать потенциальные сигналы схемы сравнения в импульсные, на формирователь от генератора импульсов автоматического управления поступают тактовые импульсы. Сигналы схемы сравнения стробируются тактовыми импульсами.

В зависимости от того, по какой из шин поступает сигнал («больше» или «меньше»), на выходе формирователя, одновременно с действием тактовых импульсов, появляются импульсы уменьшения или уменьшения.

Эти импульсы воздействуют на реверсивный счетчик. Каждому состоянию счетчика соответствует одно из калиброванных значений коэффициента отклонения. Для предупреждения выхода счетчика в недопустимые состояния служит ограничитель хода счетчика. Состояния счетчика анализируются последовательно двумя дешифраторами: дешифратором индикации и дешифратором команд. Необходимость в двух дешифраторах вызвана разными способами представления информации в устройстве индикации и в аттенуаторе.

С выхода дешифратора индикации код выбранного коэффициента отклонения передается в устройство индикации для выдачи символов.

С выхода дешифратора команд на аттенуатор и предварительный усилитель подаются команды управления. Если в автоматическом режиме снимается входной сигнал, то по команде схемы сравнения коэффициент отклонения последовательно уменьшается до тех пор, пока не дойдет до минимального значения, равного 5 мВ/дел.

При работе автоматики Y в ручном режиме включается переключатель В11-3 («»). В этом случае формирователь импульсов управления не воспринимает команд со схемы сравнения по уровням, а вместо них действуют сигналы, поступающие от кнопок «<», «>» схемы ручного управления. Остальная часть схемы автоматики работает одинаково как в автоматическом, так и в ручном режиме.

В приборе предусмотрен еще один режим работы тракта вертикального отклонения: режим дистанционного управления. При работе в этом режиме все выходы реверсивного счетчика блокируются, а управление ведется непосредственно через дешифратор индикации. Передача информации на устрой-

во индикации и дешифратор команд в этом случае не нарушается. Схема устройства для дистанционного управления приведена в приложении 3.

При подключении выносного делителя срабатывает переключатель В1. Сигнал с этого переключателя подается в устройство индикации и осуществляет увеличение выписываемого значения коэффициента отклонения в 10 раз, тем самым приводя его в соответствие с фактическим значением.

5.1.3. Тракт горизонтального отклонения, как указано в п. 5.1.1, состоит из:

- 1) входной цепи;
- 2) схемы синхронизации;
- 3) схемы установки уровня;
- 4) генератора пилообразного напряжения;
- 5) схемы сравнения по длительности;
- 6) коммутатора;
- 7) усилителя X;
- 8) схемы управления.

Конструктивно все узлы тракта горизонтального отклонения в приборе объединены следующим образом:

- блок синхронизации, куда входят входная цепь, схема синхронизации и схема установки уровня;
- генератор развертки, куда входят генератор пилообразного напряжения и схема сравнения по длительности;
- автоматика X, куда входит часть схемы управления;
- коммутатор времязадающих элементов, также содержащий часть схемы управления;
- усилитель X, куда входит коммутатор сигнала и собственно усилитель X.

Блок синхронизации, коммутатор и автоматика X выполнены в виде съемных узлов на разъемах.

Структурную схему тракта горизонтального отклонения рассмотрим по частям. На рис. 3 приведена структурная схема блока синхронизации. Блок синхронизации предназначен для обеспечения устойчивого (неподвижного) изображения исследуемого сигнала на экране осциллографа. Блок обеспечивает работу как при ручной, так и при автоматической синхронизации либо от внутреннего, либо от внешнего запускающих сигналов. Входная цепь блока синхронизации состоит из гнезда внешнего входа, переключателя выбора источника синхронизации и переключателя выбора режима синхронизации.

Входная цепь позволяет получить запускающий сигнал от трех источников: внутреннего, сети и внешнего. Сигнал, поступающий от внешнего источника, может быть ослаблен в 10 раз делителем, включенным в переключатель выбора источ-

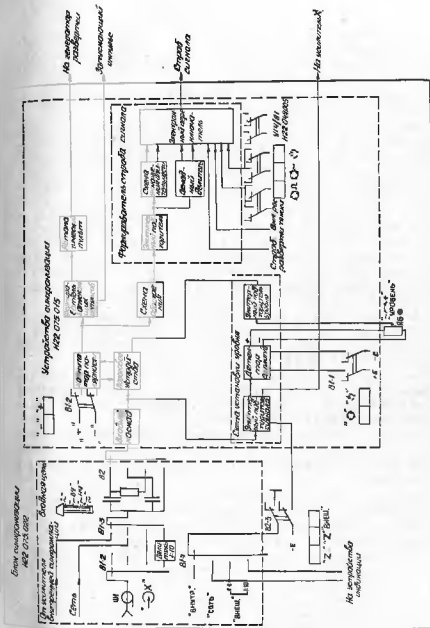


Рис. 3. Структурная схема блока синхронизации.

ника синхронизации. Сигнал с частотой сети и амплитудой около 1,5 В подается с обмотки силового трансформатора.

Запускающий сигнал, выбранный переключателем источника синхронизации, проходит на входной каскад, который обеспечивает высокое входное сопротивление и малую входную емкость блока синхронизации.

С входного каскада сигнал поступает на пороговое устройство и схему установки уровня.

Пороговое устройство имеет два входа и построено таким образом, что в момент перехода входного сигнала через значение напряжения, установленного на втором входе, на его выходе появляется сигнал определенной амплитуды с малым временем нарастания. При уменьшении входного сигнала пороговое устройство возвращается в исходное состояние. Таким образом, пороговое устройство преобразует входной сигнал с произвольной скоростью изменения напряжения в последовательность импульсов стандартной амплитуды с малой длительностью переднего и заднего фронта импульсов. В зависимости от величины напряжения, установленного на втором входе порогового устройства, изменяется момент срабатывания, что приводит к изменению момента развертки на экране ЭЛТ.

Непосредственно к пороговому устройству подключен коммутатор полярности. В зависимости от того, какой из переключателей («—» или «+») включен, пороговое устройство может работать в двух режимах:

— при включенном переключателе «+» положительный перепад выходного сигнала формируется в момент, когда входной сигнал, увеличиваясь по абсолютному значению, проходит значение напряжения на втором входе;

— при включенном переключателе «—» положительный перепад формируется в момент, когда входной сигнал, уменьшаясь по абсолютному значению, проходит значение напряжения на втором входе.

При положительном запуске, изображение синусоидального сигнала на экране ЭЛТ начинается с положительного полупериода. Соответственно при отрицательном запуске изображение начинается с отрицательного полупериода.

Формирование напряжения, поступающего на второй вход порогового устройства, осуществляется схемой установки уровня. В эту схему входят:

- эмиттерный повторитель сигнала;
- детектор амплитуд;
- эмиттерный повторитель уровня.

Схема может работать в двух режимах установки уровня: ручном и автоматическом.

При ручной установке уровня на потенциометр R6 «УРОВЕНЬ» через измеритель размаха сигнала подаются напряжения источников питания $+E$ и $-E$. Установка необходимого значения производится вручную.

При автоматической установке уровня, которая соответствует автоматической синхронизации, включается детектор амплитуд.

Детектор работает так, что напряжения на его выходе равны максимальным значениям напряжения входного сигнала за вычетом некоторой величины. Принцип работы измерителя иллюстрируется рис. 4.

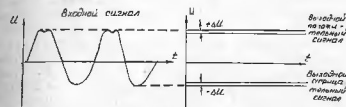


Рис. 4. Графики работы детектора амплитуд.

Таким образом, при работе детектора амплитуд к потенциометру «УРОВЕНЬ» прикладывается напряжение, равное размаху входного сигнала с учетом постоянной составляющей за вычетом величины $2\Delta U$. Напряжение, снимаемое с движка потенциометра, через эмиттерный повторитель уровня подводится ко второму входу порогового устройства. Поскольку напряжения, приложенные к потенциометру «УРОВЕНЬ», равны размаху входного сигнала, то срыв порогового устройства и соответствующий срыв генератора развертки невозможен при любом произвольном положении ручки «УРОВЕНЬ».

Как ясно из рис. 4, для обеспечения необходимого режима работы детектор амплитуд должен содержать два амплитудных детектора (для положительной и отрицательной составляющих входного сигнала) с открытым выходом.

Для работы детекторов в линейной части амплитудной характеристики размах входного сигнала должен быть не менее 0,2 В. Постоянная времени детекторов выбрана такой, что они

удовлетворительно работают в диапазоне частот от 200 до $35 \cdot 10^6$ Гц.

С выхода порогового устройства сигналы поступают на формирователь импульсов запуска и формирователь строба сигнала. Формирователь импульсов запуска обостряет фронты импульсов и доводит их амплитуду до стандартной величины. С выхода формирователя запускающие импульсы поступают на автоматический мультивибратор и генератор развертки. Автоматический мультивибратор служит для перевода генератора развертки из автоколебательного в ждущий режим и обратно в зависимости от наличия или отсутствия запускающих импульсов. Кроме того, если выбор коэффициентов развертки осуществляется автоматически, то при снятии запускающих импульсов автоматический мультивибратор принудительно устанавливает коэффициент развертки равным 100 мкс/дел.

При работе тракта горизонтального отклонения в автоматических режимах формирователь строба сигнала работает только при автоматическом выборе коэффициентов развертки, причем, в зависимости от режима, длительность строба равна периоду исследуемого сигнала или длительности исследуемого импульса. Диаграммы формирования строба сигнала при разных соотношениях длительности для режимов гармонического и импульсного сигналов приведены на рис. 6 и 7. Как видно из приведенных диаграмм, строб сигнала равен длительности одного периода исследуемого сигнала в гармоническом режиме и длительности одного исследуемого импульса в импульсном режиме независимо от длительности прямого хода развертки. В то же время начало строба сигнала всегда совпадает с началом прямого хода развертки.

Если в усилителе X включается «растяжка», то размер изображения сигнала на экране ЭЛТ увеличивается по горизонтали в 10 раз при неизменной скорости нарастания пилообразного напряжения. Для того, чтобы размер изображения сигнала остался неизменным, необходимо скорость нарастания пилообразного напряжения уменьшить в 10 раз (увеличить коэффициент развертки в 10 раз).

Поскольку выбор коэффициента развертки в автоматическом режиме производится по длительности строба сигнала, то для приведения в соответствие коэффициента развертки при включенной растяжке служит формирователь импульсного сигнала.

При отсутствии «растяжки» электронный переключатель устанавливается в такое положение, при котором на выход проходят импульсы непосредственно с эмиттерного повторителя. При этом длительность строба сигнала равна периоду исследуе-

мого сигнала. Если включается «растяжка», то электронный переключатель изменяет свое состояние и на выход проходят импульсы, снимаемые с декадного делителя. Длительность строба сигнала в этом случае увеличивается в 10 раз.

При работе тракта горизонтального отклонения в режиме «вход X» сигнал с входа внешней синхронизации проходит входную цепь, входной каскад устройства синхронизации и эмиттерный повторитель сигнала. Выбор режима тракта горизонтального отклонения производится коммутатором И23.600.116-01 «Z», «Z». «ВНЕСШ». При установке этого коммутатора в положение «ВНЕСШ» эмиттерный повторитель сигнала переключается так, что сигнал снимается с измерителя размаха сигнала непосредственно на один из входов усилителя X.

При работе тракта в таком режиме с переключателя В1-4 на устройство индикации подается информация о величине включенного калиброванного коэффициента отклонения луча по горизонтали.

На рис. 5 приведена структурная схема генератора развертки с автоматикой X и коммутатором. Все эти узлы обеспечивают формирование пилообразного напряжения как в ручном, так и в автоматическом режимах.

Запускающий импульс, снимаемый с устройства синхронизации, поступает на триггер развертки. Под действием этого импульса триггер устанавливается в рабочее положение. При этом на выходе триггера появляется сигнал, под действием которого ключевая схема переводится в разомкнутое состояние. С этого момента начинается заряд времязадающего конденсатора Свр. через времязадающий резистор Rвр.

Времязадающие элементы расположены в коммутаторе, а их величина определяется положением электронных переключателей коммутатора. С момента начала заряда Свр начинается рабочий ход пилообразного напряжения, формируемого генератором пилообразного напряжения. Выходной сигнал с генератора пилообразного напряжения поступает на схему сравнения по длительности, эмиттерный повторитель восстановления развертки и усилитель X. Пилообразное напряжение, снимаемое с эмиттерного повторителя восстановления развертки, поступает одновременно на два узла: усилитель начала развертки и мультивибратор восстановления развертки. С помощью этих узлов фиксируется максимальное и минимальное значения пилообразного напряжения.

Когда пилообразное напряжение во время прямого хода развертки достигнет некоторого заданного напряжения, сраба-

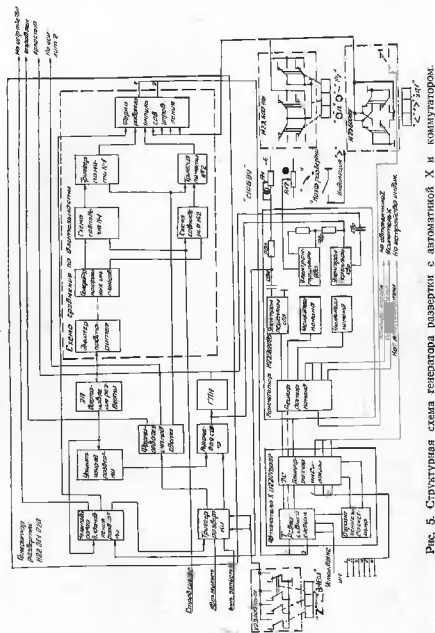


Рис. 5. Структурная схема генератора разветвки с автоматикой X и коммутатором.

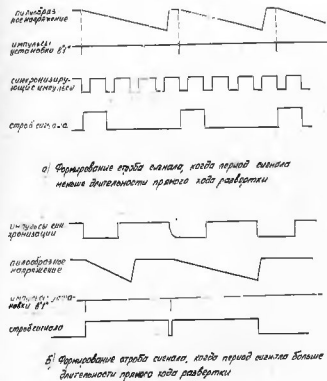


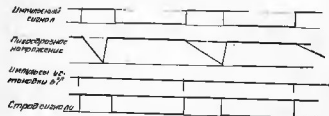
Рис. 6. Диаграммы формирования строга сигнала в гармоническом режиме.

тывает мультивибратор восстановления развертки и своим импульсом переводит триггер развертки в исходное состояние. При этом снимается сигнал с ключевой схемы и она возвращается в замкнутое состояние. За счет этого создается цель разряда времязадающего конденсатора через малое сопротивление ключевой схемы. При разряде времязадающего конденсатора формируется обратный ход пилообразного напряжения, а при

Усилитель начала разветвки работает только при замкнутом состоянии ключевой схемы. За счет включения усилителя минимальное напряжение, до которого разряжается времязадающий конденсатор, фиксируется на некотором уровне заданном уровне, что в свою очередь фиксирует начальный уровень пилообразного напряжения.



а) Формирование строба сигнала, когда длительность импульса меньше длительности прямого хода развертки



б) Формирование строба сигнала, когда длительность импульса больше длительности прямого хода развертки

Рис. 7. Диаграммы формирования строба сигнала в импульсном режиме.

Для обеспечения синхронного запуска генератора пилообразного напряжения необходимо обеспечивать полный разряд времязадающих элементов и всех цепей, входящих в схему формирования пилообразного напряжения, т. е. между окончанием обратного и началом следующего прямого хода развертки желательно иметь некоторый защитный интервал. Обеспечение этого условия осуществляется за счет схемы блокировки. В эту схему входит блокировочный конденсатор, который заряжается через блокировочный резистор $R_{бл}$. Заряд этого конденсатора начинается в момент срабатывания мультивибратора восстановления развертки. Когда напряжение на блокировочном конденсаторе достигает заданной величины, мультивибратор восстановления развертки опрокидывается в исходное состояние. Постоянная времени цепи $R_{бл} C_{бл}$ выбирается такой, чтобы наверняка обеспечивался защитный интервал (полочка) между окончанием обратного и началом сле-

дующего прямого ходов развертки независимо от ее скорости. Для выполнения этого условия величина $C_{бл}$ изменяется электронным переключателем.

Триггер развертки построен так, что до тех пор, пока мультивибратор восстановления развертки не установится в исходное состояние, запуск его невозможен. За счет этого синхронизирующие импульсы, приходящие во время обратного хода или во время защитного интервала, пропускаются. Триггер развертки может работать в двух режимах: автоколебательном и ждущем. Выбор режима работы производится коммутатором $У13$. Для обеспечения устойчивой работы схемы в автоколебательном режиме служит автоматический мультивибратор, размещенный в блоке синхронизации. Если входной сигнал отсутствует, то от автоматического мультивибратора на триггер запуска поступает некоторый начальный уровень напряжения. При наличии этого напряжения триггер срабатывает в момент, когда по окончании импульса блокировки мультивибратор восстановления развертки устанавливается в исходное состояние. За счет этого на экране ЭЛТ обеспечивается линия развертки при отсутствии входного сигнала.

При подаче входного сигнала, автоматический мультивибратор переключается и снимает с триггера развертки начальное напряжение. В этом случае, при установке мультивибратора восстановления развертки в исходное состояние, триггер развертки не срабатывает и для его запуска необходим синхронизирующий импульс. Таким образом, применение автоматического мультивибратора обеспечивает автоколебательный режим работы генератора пилообразного напряжения, при отсутствии входного сигнала, и ждущий режим работы — при наличии сигнала.

Если триггер развертки работает в ждущем режиме, то цепь автоматического мультивибратора блокируется и запуск триггера возможен только при наличии импульсов синхронизации. При установке коммутатора $У13$ в положение «ВНЕСИ» с триггера развертки снимается питание и его запуск в таком режиме невозможен. Ключевая схема, при этом находится в замкнутом состоянии, времязадающий конденсатор полностью разряжен, а на выходе генератора пилообразного напряжения устанавливается уровень, соответствующий началу развертки. Величина этого уровня фиксируется усилителем начала развертки.

Для обеспечения нормальной работы схемы сравнения по длительности, а также устройства управления яркостью формируется ряд вспомогательных сигналов. Триггер развертки

помимо ключевой схемы осуществляет управление формирователем импульсов подсвета. С этого формирователя снимается основной импульс подсвета, осуществляющий подсвет прямого и гашение обратного ходов развертки, строб развертки, длительность которого равна длительности прямого хода развертки, и короткий импульс, совпадающий с началом прямого хода развертки, обеспечивающий нормальную работу схемы сравнения по длительности.

Для опроса формирователя импульсов управления схемы сравнения по длительности используется импульс блокировки, снимаемый с мультивибратора восстановления развертки. Кроме того, импульсы блокировки с мультивибратора восстановления развертки подаются на устройство управления яркостью.

Схема сравнения по длительности состоит из генератора контрольных импульсов с эмиттерным повторителем на входе, триггера формирования строба сигнала с электронным переключателем на входе, двух схем совпадения, двух триггеров памяти, формирователя импульсов управления и предназначена для управления коэффициентом развертки тракта горизонтального отклонения.

Поскольку изменение коэффициента развертки осуществляется калиброванными ступенями, то для каждого коэффициента развертки при автоматическом выборе, горизонтальный размер изображения одного периода (импульса) исследуемого сигнала может изменяться от минимального до максимального.

Для обеспечения оптимальных условий наблюдения сигналов на экране ЭЛТ необходимо, чтобы минимальный горизонтальный размер изображения одного периода исследуемого сигнала обеспечивал отсчет временных интервалов с погрешностью, не превышающей допустимую. Выбор максимального размера изображения одного периода диктуется дискретностью изменения калиброванных коэффициентов развертки. Кроме того, максимальный размер изображения одного периода исследуемого сигнала не должен превышать рабочего размера шкалы ЭЛТ по горизонтали.

Для обеспечения устойчивой работы схем автоматики необходимо, чтобы выполнялось условие:

$$\frac{l_{\max}}{l_{\min}} > \frac{K_{n+1}}{K_n}, \quad (2)$$

где $l_{\max}$ — максимальный горизонтальный размер одного периода исследуемого сигнала при определенном коэффициенте развертки в дел;

$l_{\min}$ — минимальный горизонтальный размер одного периода исследуемого сигнала при том же коэффициенте развертки в дел;

K_n и K_{n+1} — значения двух соседних коэффициентов развертки в с/дел

В нашем конкретном случае минимальный горизонтальный размер изображения одного периода исследуемого сигнала принят равным 2 дел (деления). Поскольку коэффициент развертки изменяется в отношении $(1:2,5) \cdot 10_n$ с/дел, то максимальное отношение $\frac{K_{n+1}}{K_n} = 2,5$.

Пользуясь формулой 2, находим:

$$l_{\max} > l_{\min} \cdot \frac{K_{n+1}}{K_n}, \text{ т. е. } l_{\max} > 2 \cdot 2,5.$$

В нашем случае величина $l_{\min} = 8$ дел.

Таким образом, для обеспечения удобства наблюдения и устойчивой работы схем автоматики горизонтальный размер изображения одного периода исследуемого сигнала должен находиться в пределах от 2 до 8 дел.

Рассмотрим способы выполнения этого условия. Между длительностью одного периода исследуемого сигнала и длительностью прямого хода развертки имеется связь, которую можно выразить формулой;

$$1 = \frac{T_{\text{сигн}}}{T_{\text{разв}}} = \frac{T_{\text{сигн}} \cdot n}{T_{\text{разв}}}, \quad (3)$$

где 1 — горизонтальный размер одного периода исследуемого сигнала в дел;

$T_{\text{сигн}}$ — длительность одного периода исследуемого сигнала в с;

$T_{\text{разв}}$ — длительность прямого хода развертки в с;

n — длина рабочей части экрана в дел.

С учетом ограничений, выведенных по формуле 2, можно записать:

$$\frac{l_{\min}}{n} < \frac{T_{\text{сигн}}}{T_{\text{разв}}} < \frac{l_{\max}}{n} \quad (4)$$

Поскольку длина рабочей части экрана постоянная, то при переходе к численным значениям получаем:

$$\frac{2}{10} < \frac{T_{\text{сигн}}}{T_{\text{разв}}} < \frac{8}{10}; \quad 0,2 < \frac{T_{\text{сигн}}}{T_{\text{разв}}} < 0,8 \quad (5)$$

Таким образом, для обеспечения автоматического выбора коэффициентов развертки необходимо производить сравнение длительности прямого хода развертки с длительностью одного периода исследуемого сигнала и в случае выхода результата сравнения за пределы, указанные формулой 5, осуществлять изменение коэффициента развертки.

Для выполнения этой операции в схеме сравнения по длительности формируется строб сигнала и два контрольных импульса.

Длительность стога сигнала должна быть равна длительности одного периода исследуемого сигнала. При автоматическом выборе коэффициентов развертки для импульсных сигналов длительность стога сигнала должна быть равна длительности импульса. Все соотношения, полученные из формул 3, 4, 5, остаются справедливыми, если под $T_{\text{сигн.}}$ считать длительность одного импульса.

Формирование контрольных импульсов осуществляется на основании анализа пилообразного напряжения. При этом используется лн-нейная зависимость между текущим значением величины пилообразного напряжения и временем. Кроме того верхнее и нижнее значения величины напряжения жестко фиксируются мультивибратором восстановления развертки и усилителем начала развертки. В этих условиях можно считать, что если пилообразное напряжение за время длительности прямого хода развертки $T_{\text{разв.}}$ достигает величины напряжения

$U_{\text{разв.}}$, то за время $\frac{T_{\text{разв.}}}{n}$ пилообразное напряжение достигнет величины $\frac{U_{\text{разв.}}}{n}$.

Пилообразное напряжение с выхода генератора проходит через эмиттерный повторитель, который служит для развязки цепей и поступает на генератор контрольных импульсов. Генератор представляет собой две идентичные схемы сравнения по уровню, которые срабатывают тогда, когда мгновенное значение пилообразного напряжения проходит через уровни сравнения. За счет этого в каждой схеме сравнения формируется контрольный импульс, задержанный относительно начала прямого хода развертки. Уровни сравнения устанавливаются равными $0,2 U_{\text{разв.}}$ и $0,8 U_{\text{разв.}}$. Таким образом, обеспечивается условие, при котором задержка контрольных импульсов относительно начала прямого хода развертки равна $0,2 T_{\text{разв.}}$ и $0,8 T_{\text{разв.}}$. Диаграмма формирования контрольных импульсов приведена на рис. 8.

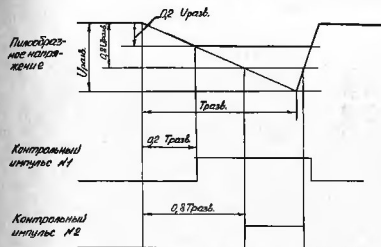


Рис. 8. Диаграмма формирования контрольных импульсов.

Процесс сравнения по длительности осуществляется двумя схемами совпадения. На один из выходов обеих схем совпадения подается строб сигнала, а на вторые входы — по контрольному импульсу. Поскольку задержка контрольных импульсов относительно начала прямого хода развертки различна, то результат сравнения будет зависеть только от длительности стога сигнала. Диаграммы процесса сравнения по длительности приведены на рис. 9.

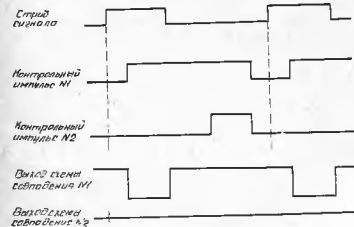


Рис. 9. Диаграммы сравнения стога сигнала с длительностью прямого хода развертки.

Как ясно из приведенных диаграмм, сигнал на выходе первой схемы совпадения появляется тогда, когда $T_c > t_{\Sigma 1}$, т. е. $T_c > 0,2 T_{разв}$. Аналогично сигнал на выходе второй схемы совпадения появляется тогда, когда $T_c > t_{\Sigma 2}$, т. е. $T_c > 0,8 T_{разв}$.

Из тех же диаграмм видно, что сигналы на выходе каждой схемы совпадения могут появляться на протяжении каждого прямого хода развертки, причем длительность их произвольна. Проведение анализа при таких условиях весьма затруднено, поэтому сигналы с выхода схем совпадения подаются на два триггера памяти, которые запоминают результат сравнения и хранят его до окончания опроса. Триггеры памяти работают следующим образом. В начале каждого прямого хода развертки они устанавливаются в исходное состояние передним фронтом stroba развертки. В исходном состоянии на выходе триггера памяти № 1 имеется единичный сигнал, а на выходе триггера памяти № 2 — нулевой.

Если в процессе сравнения на выходе схемы совпадения № 1 появится импульс, то триггер № 1 переключается в нулевое состояние. Аналогично, если импульс появится на выходе схемы совпадения № 2, то триггер № 2 переключится в единичное состояние.

Таким образом, к моменту окончания прямого хода развертки на триггерах памяти могут быть различные сигналы в зависимости от результатов процесса сравнения по длительности.

Если $T_c < 0,2 T_{разв}$, то на выходе триггера памяти № 1 будет единичный сигнал, а на выходе триггера № 2 — нулевой.

Если $0,2 T_{разв} < T_c < 0,8 T_{разв}$, то на выходе обоих триггеров памяти будут нулевые сигналы.

Если $T_c > 0,8 T_{разв}$, то на выходе триггера памяти № 1 будет нулевой сигнал, а на выходе триггера № 2 — единичный.

Как ясно из описания, единичный сигнал на выходе триггера памяти № 1 свидетельствует о необходимости уменьшения коэффициента развертки (увеличения скорости развертки), единичный сигнал на выходе триггера памяти № 2 — о необходимости увеличения коэффициента развертки (уменьшения скорости развертки).

При нулевых сигналах на выходе триггеров скорость развертки такова, что горизонтальный размер одного периода исследуемого сигнала занимает от 2 до 8 дел. шкалы ЭЛТ и проводить изменение коэффициента развертки не требуется.

Сигналы с выходов триггеров памяти поступают на формирователь импульсов управления. Формирователь импульсов управления работает в двух режимах: ручном и автоматическом.

При работе в автоматическом режиме опрос состояний триггеров памяти производится импульсами блокировки, посту-

пающими от мультивибратора восстановления развертки. За счет этого импульсы управления на выходе формирователя появляются синхронно с импульсами блокировки, т. е. во время обратного хода развертки.

При работе в ручном режиме сигналы с выхода триггеров памяти блокируются, а взамен них используются сигналы, поступающие от кнопок «<», «>».

Импульсы с выхода формирователя поступают на автоматик Х. Автоматика Х содержит реверсивный счетчик, дешифратор индикации и ограничитель хода счетчика. Каждому состоянию счетчика соответствует определенный коэффициент развертки.

Счетчик построен по типовой схеме и отличается от широко применяемых тем, что ограничитель хода не допускает установки счетчика в нерабочие положения. Кроме того, на счетчик заводится от автоматического мультивибратора сигнал принудительной установки.

При поступлении этого сигнала счетчик, независимо от наличия импульсов управления, устанавливается в положение, соответствующее коэффициенту развертки 100 мкс/дел.

Код коэффициента развертки со счетчика поступает на дешифратор индикации. В дешифраторе индикации код преобразуется и выдается на устройство индикации и на коммутатор.

При работе в режиме дистанционного управления на дешифратор индикации подаются команды. В этом случае состояния счетчика не учитываются, а код на выходе дешифратора соответствует значению, набранному на устройстве дистанционного управления. Схема устройства приведена в приложении 3.

Коммутатор предназначен для переключения времязадающих элементов, входящих в генератор пилообразного напряжения и в схему блокировки.

Коммутатор содержит дешифратор команд, усилители команд и группу электронных переключателей. На коммутатор, помимо кода коэффициента развертки, поступает также команда ручного включения растяжки.

Выходные сигналы дешифратора команд разделяются на 3 группы:

- группа сигналов, управляющих электронным переключателем блокировочных конденсаторов;
- группа сигналов, управляющих электронным переключателем времязадающих резисторов;
- группа сигналов, управляющих электронным переключателем времязадающих конденсаторов;

Каждая группа сигналов поступает на соответствующий электронный переключатель. К коммутатору подключаются два потенциометра, обеспечивающие плавное изменение длительности блокировочного импульса («СТАБ. В. Ч.») и плавное изменение коэффициента развертки («КОЭФ. РАЗВЕРТКИ»). При выводе потенциометра плавной регулировки коэффициента развертки из крайнего калиброванного положения замыкается переключатель В1 и на устройство индикации поступает сигнал о нарушении калибровки.

Помимо основных сигналов с дешифратора команд снимается сигнал растяжки, который подается в усилитель X и устройство индикации.

На рис. 10 приведена структурная схема усилителя X. Усилитель X осуществляет усиление пилообразного напряжения до величины, достаточной для перемещения луча ЭЛТ на всю длину рабочей части экрана. В режиме «ВХОД X» этот же усилитель обеспечивает усиление входного сигнала до такой величины, чтобы коэффициент отклонения луча по горизонтали был равен 0,5 В/дел.

Усилитель X состоит из двух входных каскадов, фазоинвертора сигнала, фазоинвертора индикации, ограничителя амплитуд сигнала, диодного коммутатора со схемой управления и оконечного усилителя.

Входные каскады обеспечивают согласование сигналов, поступающих от генератора развертки (пилообразное напряжение) и от предварительного усилителя X блока синхронизации (входной сигнал) со схемой фазоинвертора сигнала.

Усилитель работает в двух режимах: усиление пилообразного напряжения («Z, Z.») и усиление внешнего сигнала «ВНЕС.» В каждом из этих режимов поступает только один сигнал, а второй в это время блокируется.

Ко входному каскаду подключены два потенциометра, обеспечивающие плавное и грубое перемещение изображения по горизонтали.

Однотактный сигнал, поступающий с выхода одного из входных каскадов, преобразуется фазоинвертором в двухфазный сигнал. Коэффициент усиления фазоинвертора имеет два значения. При отключенной растяжке коэффициент усиления равен 1, а с включенной растяжкой — 10.

Для предотвращения перегрузки оконечного каскада сигнал с выхода фазоинвертора проходит через ограничитель амплитуд и поступает на диодный коммутатор.

Сигнал для выписки символов индикации поступает на фа-

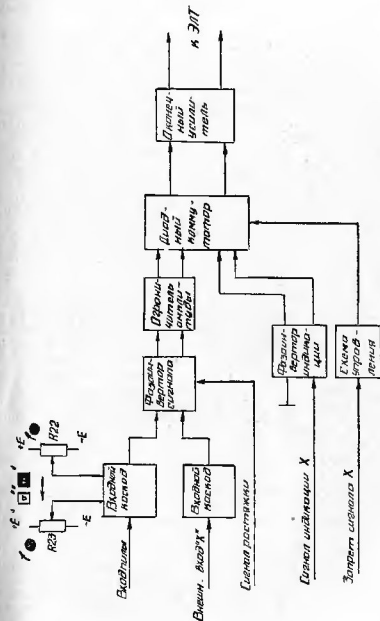


Рис. 10. Структурная схема усилителя «X».

зоинвертор индикации. Этот фазоинвертор преобразует одно- тактный сигнал в двухтактный и подает его также на диодный коммутатор.

Управление коммутатором осуществляется через схему управления импульсами «ЗАПРЕТ СИГНАЛА X». При отсутствии импульса на выход коммутатора проходит сигнал с ограничителя амплитуд. При наличии импульса на выход коммутатора поступает сигнал индикации.

С выхода коммутатора сигналы поступают на оконечный усилитель, усиливаются и подаются на горизонтально отклоняющие пластины ЭЛТ.

5.1.4. Как указано в п. 5.1.1 устройство управления яркостью луча осуществляет гашение обратного хода развертки, регулировку яркости изображения сигнала и символов индикации, а также подрегулировку яркости изображения сигнала при изменении скважности развертки. Устройство управления яркостью состоит из усилителя Z и автоматики Z. Структурная схема устройства управления яркостью приведена на рис. 11.

Усилитель Z содержит два входных каскада, суммирующий эмиттерный повторитель, усилитель и выходной эмиттерный повторитель.

Усилитель Z обеспечивает раздельную регулировку яркости изображения сигнала и символов. Управление работой усилителя Z осуществляется с помощью системы импульсов. Основными из них являются: импульс гашения сигнала и импульс гашения индикации. При поступлении этих импульсов соответствующий входной каскад полностью запирается. Формирование этих импульсов осуществляется в устройстве знаковой индикации, причем во время действия одного из импульсов другой отсутствует. Подача этих импульсов синхронизирована с моментами вывода на экран ЭЛТ исследуемого сигнала и символов индикации.

При выводе на экран ЭЛТ исследуемого сигнала работает входной каскад сигнала, на который поступают импульсы подсвета сигнала, импульсы автоматической подрегулировки яркости и сигнал от внешнего входа Z, кроме того, в этот каскад включен потенциометр R11, обеспечивающий регулировку яркости сигнала.

Импульс подсвета сигнала обеспечивает гашение линии луча во время обратного хода развертки, а импульс подрегулировки яркости обеспечивает коррекцию яркости при изменениях скважности развертки. При модуляции луча по яркости на внешний вход Z подается сигнал требуемой частоты или формы.

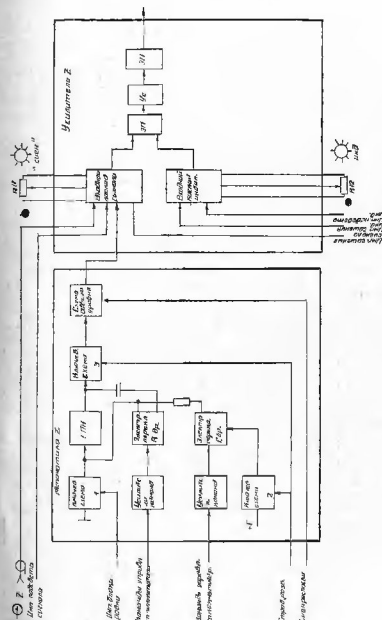


Рис. 11 Структурная схема устройства управления яркостью.

При выводе на экран ЭЛТ сигналов для выписки символов индикации работает входной каскад индикации, на который поступают импульсы подсвета символов. Кроме того, в этот каскад включен потенциометр R12, обеспечивающий регулировку яркости символов индикации.

Сигналы с входных каскадов поступают на суммирующий эмиттерный повторитель, а затем на усилитель сигнала. Усиленный сигнал с усилителя поступает на выходной эмиттерный повторитель, который согласовывает выход усилителя с входом ЭЛТ.

Автоматика Z предназначена для подрегулировки яркости при изменении скважности развертки. В эту схему входят: две группы усилителей команд, два электронных переключателя, три ключевых схемы, генератор пилообразного напряжения и схема сдвига уровня.

Схема работает во время обратного хода развертки следующим образом. Во время прямого хода развертки ключевые схемы 1 и 2 разомкнуты и на выходе генератора пилообразного напряжения имеется некоторый уровень. Одновременно с началом обратного хода развертки на ключевую схему 1 подается импульс блокировки, а на ключевую схему 2 — строб развертки. Под действием этих импульсов обе ключевые схемы открываются. Поскольку ключевая схема 1 разряжает времязадающие элементы, то до тех пор пока не окончатся импульсы блокировки, генератор пилообразного напряжения не работает. Если генератор развертки работает в автоколебательном режиме, то это означает, что интервал между окончанием одного прямого хода развертки и началом следующего прямого хода равен длительности импульса блокировки. Таким образом в автоколебательном режиме развертки генератор пилообразного напряжения не работает.

При переходе генератора развертки из автоколебательного в ждущий режим интервал времени между окончанием одного прямого хода развертки и началом следующего становится больше длительности импульса блокировки. В этом случае по окончании импульса блокировки через ключевую схему 2 начинается заряд времязадающей емкости генератора пилообразного напряжения через времязадающий резистор. Одновременно с зарядом емкости начинает снижаться выходной уровень генератора пилообразного напряжения. В момент начала прямого хода развертки ключевая схема 2 размыкается, прерывая заряд емкости. Времязадающий конденсатор остается в заряженном состоянии, обеспечивая неизменный уровень на выходе генератора. Ключевая схема 3 открывается на время прямого хода развертки и передает уровень, зафиксированный

на генераторе, через схему сдвига уровня на входной каскад сигнала усилителя Z. Диаграммы работы схемы автоматики Z приведены на рис. 12.

Как ясно из приведенных диаграмм, амплитуда регулируемого импульса U_p увеличивается по мере увеличения интервала времени между двумя прямыми ходами развертки. Поскольку при определенной величине наклона пилы величина амплитуды импульса подрегулировки яркости пропорциональна длительности заряда t_z .

Путем несложных преобразований можно получить, что при определенном коэффициенте развертки ($t_{разл.} = \text{const}$) амплитуда импульса подрегулировки определяется формулой:

$$U_p = k(Q-1), \quad (6)$$

где U_p — амплитуда импульса подрегулировки в В;
 k — коэффициент наклона пилообразного напряжения;

$$Q = \frac{t_{разл.}}{t_{прям.}} \text{ — скважность развертки;}$$

$t_{разл.}$ — период следования развертки, в с;

$t_{прям.}$ — длительность прямого хода развертки в с;

Как ясно из приведенной формулы, при неизменной длительности развертки и неизменном наклоне пилы амплитуда импульса подрегулировки пропорциональна величине скважности развертки. Если теперь подать этот импульс на входной каскад сигнала усилителя Z, то по мере увеличения скважности развертки будет увеличиваться амплитуда импульса подрегулировки, обеспечивая тем самым неизменную яркость изображения. Для того, чтобы подобная регулировка происходила при другой длительности прямого хода развертки, другим значением коэффициента развертки, необходимо изменить наклон пилы. Изменение наклона пилы осуществляется электронными переключателями, изменяющими величину времязадающего резистора и времязадающей емкости. Для обеспечения подрегулировки яркости во всем диапазоне изменения коэффициента развертки на электронные переключатели подаются команды управления с дешифратора команд коммутатора. Наклон пилы генератора схемы автоматики «Z» выбран таким, чтобы регулировка обеспечивалась при изменении скважности в пределах от 2 до 40.

Импульсы подрегулировки яркости с выхода ключевой схемы 3 проходят через схему сдвига уровня. Эта схема предназначена для компенсации падения яркости изображения при

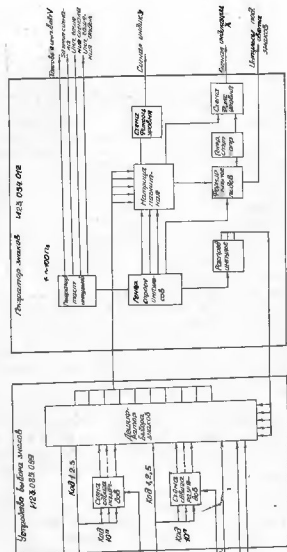


Рис. 13. Структурная схема устройства знаковой индикации.

выписки одного знака и в начале каждой пачки подает сигнал на распределитель импульсов. Распределитель импульсов формирует шесть импульсов, сдвинутых друг относительно друга и идущих по шести отдельным шинам, а также команды, выписки слов (X или Y). Все эти сигналы подаются на дешифратор выбора знаков. Частота тактовых импульсов имеет порядок 100—200 Гц с такой же частотой формируются пачки импульсов для выписки слов. Однако слова, соответствующие коэффициенту отклонения и коэффициенту развертки, выписываются поочередно и за счет этого частота их выписки вдвое меньше частоты тактовых импульсов.

На устройство выбора знаков из трактов вертикального и горизонтального отклонения поступает информация о величинах выбранного коэффициента развертки в виде параллельного кода инверсного кода. В код входит информация о нарушении калибровки в соответствующем тракте, шины значущих цифр (1, 2, 5) и шины показателей степени числа 10. (Коэффициент отклонения, так же как коэффициент развертки кратен числам (1, 2, 5) · 10ⁿ).

В осциллографе предусмотрен режим работы с выносным делителем. При работе с выносным делителем реальное значение коэффициента отклонения в 10 раз превышает величину, установленную схемами выбора.

Для проведения выписываемого коэффициента в соответствии с реальным значением служит схема сдвига разрядов. При подключении выносного делителя на схему сдвига подается сигнал, за счет которого выписываемый коэффициент отклонения увеличивается в 10 раз.

Аналогично работает схема сдвига разрядов кода коэффициента развертки. При включении растяжки в усилителе X выписываемый коэффициент развертки уменьшается в 10 раз.

Таким образом, на дешифратор выбора знаков поступает:

а) от тракта вертикального отклонения информация о коэффициенте отклонения в виде:

- сигнала нарушения калибровки;
- кода значущей цифры;
- кода показателя степени;

б) от тракта горизонтального отклонения информации о коэффициенте развертки в виде:

- сигнала нарушения калибровки;
- кода значущей цифры;
- кода показателя степени;

в) от тракта горизонтального отклонения, работающего в режиме «ВХОД X», информация о коэффициенте отклонения лу-

ча по горизонтали в виде кода значущей цифры и кода показателя степени.

Дешифратор выбора знаков на основании всех полученных сигналов формирует слова X и Y. Независимо от того, какое слово формируется, порядок расположения символов в словах следующий:

- на первом месте — знак нарушения калибровки («>»);
- на втором месте — значущая цифра («1», «2» или «5»);
- на третьем месте — «0»;
- на четвертом месте — «0»;
- на пятом месте — приставка единицы измерения («т», «ш», «п»);
- на шестом месте — единица измерения («V» или «S»).

Если какого-либо знака нет в коде, то при формировании слов информация на соответствующем месте отсутствует. Например, полное слово коэффициента отклонения имеет вид «> 500 mV», неполное слово имеет вид «X1XXV».

Аналогично формируются слова коэффициента развертки.

За основу при построении знаков принята прямоугольная сетка, содержащая 15×9 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 букв, построенных по данному методу, приведена на рис. 14.

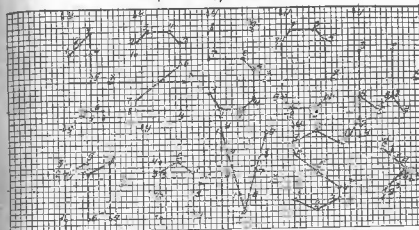
Формирование сигналов индикации осуществляется с помощью матричной матрицы, управляемой генератором опросных импульсов и дешифратором выбора знаков. Для обеспечения непрерывного движения луча при выписке знака опросные импульсы имеют трапециевидную форму.

Для того, чтобы установить все слова на необходимой высоте от центра экрана, сигнал индикации Y проходит схему фиксации уровня.

Сигнал индикации X также поступает на свою схему фиксатора уровня, однако в эту же схему подается сигнал с генератора ступенчатого напряжения.

Сигнал на выходе формирователя импульсов подсвета появляется только при наличии полезного сигнала на матрице. Длительность импульса подсвета определяется интервалом между началом первого и окончанием последнего импульса опроса матрицы. Каждый импульс подсвета поступает также на генератор ступенчатого напряжения. За счет действия этого напряжения каждый последующий знак сдвигается по горизонтали так, что все знаки вместе образуют слово.

Форма цифр и букв

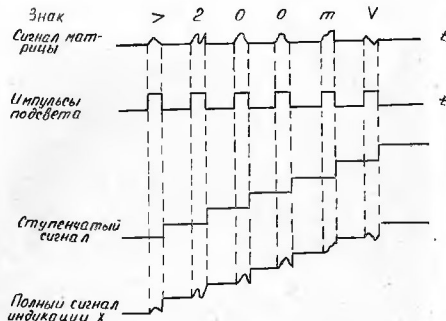


Координаты точек знаков

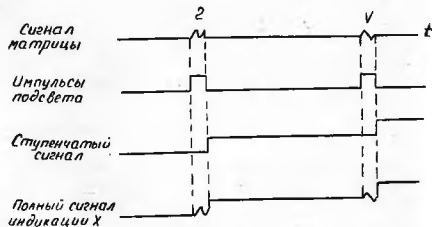
Символы	1	2	5	0	μ	т	ш	V	S	>
Сигналы	у	х	у	х	у	х	у	х	у	х
Положительный	у	х	у	х	у	х	у	х	у	х
Отрицательный	х	у	х	у	х	у	х	у	х	у
1	0.5	1.5	2	3	4	5	6	7	8	9
2	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5	6	7	8
3	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
4	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3
5	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3
6	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4
7	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4
8	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3
9	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3

Построение цифр, рис. 14 и букв методом кусочно-линейной аппроксимации.

За счет воздействия ступенчатого напряжения система формирования слова с жестким расположением знаков преобразуется в систему формирования слова с плавающим расположением знаков. Диаграмма работы матрицы формирователя импульсов подсвета генератора ступенчатого напряжения и схемы фиксации уровня сигнала индикации X приведена на рис. 15.



Полное слово



Неполное слово

Рис. 15. Диаграмма работы формирователя импульсов подсвета.

С выхода схем фиксации уровня сигналы индикации поступают в тракты вертикального и горизонтального отклонения. Импульсы подсвета поступают на усилитель Z и обеспечивают подсвет знаков индикации в нужные моменты времени.

Поскольку длительность выписки одного слова составляет 80—100 мкс, а частота повторения слов равна 100—200 Гц, то прерывания сигнала, возникающие на экране при выписке слов практически незаметны для глаза и не ухудшают характеристик прибора.

5.2. Схема принципиальная электрическая

5.2.1. Осциллограф представляет собой одноканальный осциллограф, построенный по классической схеме. Принципиальная схема всего осциллографа изображена на чертеже И22.048.005 Э3. Схема осциллографа построена так, что все функционально законченные узлы оформлены самостоятельными схемами и на общей схеме не раскрываются.

Вся схема прибора разделяется на несколько функциональных групп узлов, а именно:

- осциллографический индикатор;
- тракт вертикального отклонения;
- тракт горизонтального отклонения;
- устройство управления яркостью луча;
- устройство знаковой индикации;
- источники питания.

Для сохранения целостности при рассмотрении работы прибора анализ схем производится по каждой группе узлов в отдельности.

5.2.2. В качестве осциллографического индикатора в приборе применена электронно-лучевая трубка с электронно-статическим управлением типа 15Л01И. Рабочая часть экрана трубки имеет размеры 80×100 мм. С внутренней стороны экрана нанесена шкала, обеспечивающая проведение беспараллаксного отсчета. Минимальная чувствительность трубки по сигнальным отклоняющим пластинам составляет 3 мм/В, а по временным отклоняющим пластинам — 1 мм/В. Принципиальная схема включения ЭЛТ приведена на чертеже И22.048.005 лист 1.

Для точного ориентирования линии луча относительно вертикальных и горизонтальных линий шкалы служат две отклоняющие катушки L1 и L2, которые располагаются снаружи трубки над соответствующими отклоняющими пластинами. За

счет поворота потенциометров R1 и R2 в каждой катушке можно менять величину и направление тока. При этом соответственно меняется величина и направление магнитного поля катушек. Под воздействием внешнего магнитного поля катушек изменяется направление движения электронного луча, за счет чего обеспечивается параллельность его линиям шкалы.

Для защиты трубки от воздействия паразитных магнитных полей она вместе с отклоняющими катушками помещена в электромагнитный экран, выполненный из магнитомягкого материала.

Питание цепей электронно-лучевой трубки осуществляется от двух групп источников: высоковольтных и низковольтных. Все высокие напряжения формируются в высоковольтном преобразователе И23.211.028.

Преобразователь выдает отрицательные напряжения 2950, 3030 В и положительное напряжение 9 кВ.

Отрицательное напряжение 2950 В проходит через фильтр У10 и поступает на катод ЭЛТ непосредственно (вывод 2), а на подогреватель (вывод 1) — через резистор R5.

Такое включение позволяет сократить до минимума разность напряжений катод-подогреватель и не шунтировать катод выходным сопротивлением высоковольтного источника. Положительное напряжение +9 кВ подается на 1V анод ЭЛТ. За счет совместного действия напряжений минус 2950 В и плюс 9 кВ обеспечивается требуемое ускорение электронного луча ЭЛТ.

Для обеспечения необходимого смещения на модулятор (вывод 3) используется напряжение минус 3030 В. Последовательно с источником напряжения 3030 В включен усилитель Z, формирующий импульсы подсвета, амплитуда которых регулируется от 10 до 80 В. За счет совместного действия источника минус 3030 В и усилителя Z обеспечивается регулировка яркости изображения и гашение обратного хода луча.

Фокусировка электронного пучка ЭЛТ осуществляется за счет подачи на I анод (вывод 5) фокусирующего напряжения. Снимаемого с делителя R1/У10, R4, R3*. Ось резистора R4 выведена на переднюю панель, что позволяет проводить подрегулировку фокуса в процессе работы с прибором.

Потенциометр R9 осуществляет регулировку астигматизма, которая наряду с регулировкой фокуса обеспечивает резкость и четкость изображения за счет изменения потенциала III анода (вывод 9).

Регулировка геометрических искажений производится резисторами R15 и R14. Эти резисторы позволяют изменять потен-

циал промежуточного электрода (вывод Д2) и экранирующих пластин (вывод 12).

Делитель R6, R7 выбран таким, чтобы потенциал II анода (вывод 10) соответствовал требованиям паспорта на ЭЛТ.

Управление положением луча на экране осуществляется путем подачи из тракта вертикального отклонения напряжений на сигнальные отклоняющие пластины (выводы Д1, Д3), а из тракта горизонтального отклонения напряжений на временные отклоняющие пластины (выводы Д4, Д5). Конструктивно выводы сигнальных и временных пластин располагаются на боковой поверхности горловины ЭЛТ. Для сокращения всякого рода наводок и уменьшения паразитных емкостей оконечные усилители трактов вертикального и горизонтального отклонения располагаются в приборе так, чтобы длина соединительных проводов была минимальной.

Сигнал внешней яркостной модуляции, поступающий на « Z», прикладывается как к цепи катода ЭЛТ, так и к усилителю Z, а через него — к модулятору ЭЛТ. Для защиты гнезда « Z» от высокого напряжения, имеющего на катоде, в цепь включена разделительная цепочка, собранная в блоке У9.

Для обеспечения удобства отсчета показаний по шкале ЭЛТ в различных условиях наблюдения в приборе предусмотрена специальная схема, состоящая из регулирующего транзистора Т10 и лампочек ЛЗ-Л6. При изменении положения резистора R32 меняется потенциал базы транзистора и тем самым напряжение на лампочках. За счет изменения напряжения на лампочках яркость подсвета шкалы ЭЛТ может меняться от полного отсутствия до величины, удобной для наблюдения.

5.2.3. Тракт вертикального отклонения луча предназначен для усиления исследуемых электрических сигналов до величины, обеспечивающей наблюдение и исследование их изображения на экране ЭЛТ. Тракт вертикального отклонения не должен вносить искажений в форму исследуемых сигналов.

Тракт вертикального отклонения состоит из:

- блока вертикального отклонения И22.068.789;
- автоматки У И22.076.005;
- линии задержки атл.5.066.001-02;
- выходного усилителя У И22.030.167.

5.2.4. Блок вертикального отклонения представляет собой конструктивно стемный блок, содержащий;

- элементы входной цепи;

— устройство выбора режима работы тракта вертикального отклонения;

— органы управления коэффициентом усиления и положением линии луча на экране ЭЛТ;

— аттенюатор И22.243.014;

— усилитель У предварительный И22.030.166.

Принципиальная схема блока вертикального отклонения приведена на чертеже И22.048.005 ЭЗ лист 1.

5.2.5. Исследуемый сигнал с входного гнезда Ш1, расположенного на передней панели блока, поступает на переключатель В2, с помощью которого осуществляется вид связи исследуемого источника сигнала с осциллографом. Переключатель В2 имеет 4 положения. В положении « $\sim$ » входной сигнал поступает на аттенюатор через разделительный конденсатор С1. При этом постоянная, составляющая входного сигнала не проходит на вход прибора. В положении « $\perp$ » входной сигнал отключается от прибора. В этом положении осуществляется контроль положения линии луча на экране ЭЛТ. В положении « ∞ » входной сигнал вместе с постоянной составляющей проходит на вход аттенюатора.

В положении « ∞ Укомпенс.» входной сигнал проходит вместе с постоянной составляющей на вход аттенюатора. С помощью платы В2-2 в этом положении к входу предварительного усилителя У подключается компенсирующее напряжение. Плавная регулировка напряжения компенсации осуществляется с помощью многооборотного потенциометра R2 типа СП5-39А. С платы аттенюатора И22.243.014 на потенциометры R1, R2 («БАЛАНС») подаются питающие напряжения минус 2,5 В и +2,5 В. В этих пределах и производится изменение компенсирующего напряжения. Контроль величины компенсирующего напряжения может осуществляться через гнезда Гн1, Гн2, расположенные на задней стенке прибора.

При подключении на вход прибора выносного делителя фла-нец разъема делителя нажимает на шток переключателя В1 и он переключается. За счет этого на устройство знаковой индикации поступает сигнал, с помощью которого происходит увеличение индицируемого коэффициента отклонения луча по вертикали в 10 раз.

5.2.6. В приборе предусмотрено изменение коэффициента отклонения луча по вертикали от 5 мВ/дел до 5 В/дел. Подключение выносного делителя позволяет довести максимальный коэффициент отклонения до 50 В/дел. Общий коэффициент усиления тракта вертикального отклонения при закороченном аттенюаторе соответствует коэффициенту отклонения 10 мВ/дел.

Коэффициент отклонения 5 мВ/дел обеспечивается за счет увеличения коэффициента усиления предварительного усилителя У в два раза. Коэффициенты отклонения от 20 мВ/дел до 5 В/дел осуществляются путем деления входного сигнала с помощью аттенюатора при неизменном коэффициенте усиления тракта вертикального отклонения.

5.2.7. Аттенюатор представляет собой набор дистанционно управляемых делителей напряжения. Принципиальная схема аттенюатора приведена на чертеже И22.243.014 ЭЗ. В аттенюатор входит 4 делителя напряжения с коэффициентом деления 2, 5, 10, 100. Необходимый коэффициент деления обеспечивается включением в тракт сигнала одного делителя или последовательным включением двух делителей. За счет такого включения аттенюатор обеспечивает деление входного сигнала в 2, 5, 10, 20, 50, 100, 200, 500 раз.

Включение любого делителя в тракт сигнала осуществляется с помощью магнитоуправляемых контактов (герконов) типа КЭМ-2А. Управление герконами осуществляется магнитным полем, формируемым обмоткой электромагнита. С этой целью каждый геркон размещается внутри каркаса электромагнита. При срабатывании герконов В1 и В6 входной сигнал передается на выход аттенюатора без ослабления, что необходимо для реализации коэффициента отклонения 10 мВ/дел.

Каждый делитель построен по частотно-компенсированной схеме из резисторов и конденсаторов. Схема такого делителя приведена на рис. 16.

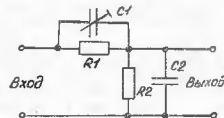


Рис. 16 Частотно-компенсированный делитель.

Для обеспечения неизменного коэффициента деления сигнала во всем диапазоне рабочих частот осциллографа должно выполняться условие, выраженное формулой:

$$R1 \cdot C1 = R2 \cdot C2, \quad (7)$$

где R1, R2 — величина сопротивлений плеч делителя;
C1, C2 — величина емкостей, включенных в плечи делителя.

Поскольку в значения $C1$ и $C2$ входят величины монтажных и паразитных емкостей, то для точного выполнения условия (7) один из конденсаторов, обычно меньший по величине емкости, выполняется в виде подстроечного конденсатора.

Для обеспечения высокой точности коэффициента деления во всех делителях применены прецизионные резисторы типа $C2-14$ с допускаемым отклонением от номинала $\pm 0,5\%$. Величины этих резисторов выбраны таким образом, чтобы величины входного активного сопротивления осциллографа оставались равной 1 МОм , независимо от включенного коэффициента деления.

Подстроечные конденсаторы $C9-1$, $C12-1$, $C21$, $C24$ позволяют проводить точную частотную компенсацию делителей во всей полосе рабочих частот, а подстроечные конденсаторы $C3$, $C7$, $C18$, $C22$, включенные на входах отдельных делителей, выравнивают величину входной емкости так, чтобы она была равна 30 пФ независимо от величины включенного коэффициента деления.

В случае прямой передачи сигнала с входа на выход фиксации величины входного сопротивления осуществляет резистор $R13$, выравнивание величины входной емкости, в этом случае, осуществляется конденсатором $C27$.

Управление всеми герконами осуществляется с помощью электромагнитов $\text{Эм}1-\text{Эм}10$, которые включены в эмиттеры транзисторов, расположенных в микросхемах $У23$ и $У24$, входящих в схему автоматики ($\text{И}22.076.006$). Включение определенного коэффициента отклонения происходит при подаче положительного напряжения со схемы автоматики на соответствующие шины управления.

Для защиты транзисторов от пробоя экстратоками, возникающими в момент отключения делителя, каждый электромагнит зашунтирован защитным диодом ($D1-D6$). С целью устранения колебательных процессов в электромагнитах при включении и выключении и, соответственно, дрейфа контактов герконов, в каждый коллектор включен шунтирующий конденсатор емкостью $0,1 \text{ мкФ}$.

Установленный на плате аттенуатора переключатель $B11$ предназначен для управления режимами работы тракта вертикального отклонения. Цепи этого переключателя подключаются к схеме автоматики $У$.

5.2.8. Кроме делителей на плате аттенуатора расположены: входной каскад сигнала, входной и регулирующий каскады компенсации.

Для обеспечения большого входного сопротивления уси-

теля входной каскад выполнен на полевом транзисторе типа $2П303Д$ ($T1$), работающего в режиме истокового повторителя.

Входной сигнал с выхода истокового повторителя через эмиттерный повторитель и корректирующую цепочку $R29$, $R30$, $C34$ подается на один из входов фазоинвертора, расположенного на плате предварительного усилителя $У$.

На второй вход фазоинвертора подается сигнал компенсации с выхода каскада компенсации, выполненного на транзисторе $T2$ в микросхеме $У1-2$.

Для устранения перегрузок по входу полевого транзистора $T1$ служат диоды $D7$, $D8$.

Регулирующий каскад компенсации, выполненный на транзисторах $T3$, $T4$, служит для поддержания на выходе « U —компенс.» напряжения, пропорционального входному напряжению компенсации.

Для балансировки усилителя на вход каскада компенсации через резистор $R36$ подается напряжение балансировки.

5.2.9. Усилитель $У$ предварительный содержит две группы узлов. Группа, входящая в тракт основного сигнала, состоит из:

- фазоинвертора;
- предварительного усилителя;
- коммутатора сигнала;
- согласующего усилителя.

Группа автоматического управления содержит:

- усилитель внутренней синхронизации;
- детектор амплитуд;
- схему сравнения.

Принципиальная схема усилителя $У$ предварительного приведена на чертеже $\text{И}22.030.166 \text{ Э}3$.

Сигналы с выхода аттенуатора поступают на входы фазоинвертора, выполненного на микросхеме $У1$. Для питания фазоинвертора служат два генератора тока, выполненные на транзисторах $T3$ и $T4$. При коэффициенте отклонения 5 мВ/см работает генератор тока, выполненный на транзисторе $T4$, при других — включается генератор тока, выполненный на транзисторе $T3$. При этом генератор тока на транзисторе $T4$ отключается.

Для исключения возможности насыщения транзисторов фазоинвертора в режиме компенсации питание коллекторов транзисторов фазоинвертора осуществляется через каскад, выполненный на микросхеме $У2$ по схеме с общей базой ($ОБ$), выполняющего роль регулятора напряжения в зависимости от величины напряжения компенсации, приложенного ко входу фазоинвертора.

5.2.10. Нагрузкой фазоинвертора является симметричный каскад усилителя с ОБ, выполненный на транзисторах Т9, Т10. С выхода этого каскада сигнал поступает на вход коммутатора, а через эмиттерные повторители на транзисторах Т14 и Т15 на вход усилителя внутренней синхронизации.

5.2.11. Для осуществления плавной регулировки коэффициента отклонения между коллекторами транзисторов Т9 и Т10 через корректирующие цепочки R57, C24 и R59, C27 включен потенциометр R58. Номиналы резисторов R57, R58, R59 выбраны такими, чтобы при полном повороте потенциометра коэффициент отклонения луча по вертикали увеличивался не менее чем в 2,5 раза.

Для индикации некалиброванного положения потенциометра R58 с его осью механически связан переключатель В3 (И22,068.789).

При выводе потенциометра из калиброванного положения срабатывает переключатель В3 и на устройство знаковой индикации подается сигнал, по которому перед цифровой калиброванного значения коэффициента отклонения выписывается знак «>».

5.2.12. Коммутатор сигнала представляет собой усилительный каскад, собранный по симметричной схеме на транзисторах Т18 и Т19.

В коллекторные цепи транзисторов Т18, Т19 включены коммутирующие диоды Д3—Д6. Управление этими диодами осуществляется с помощью транзисторов Т20, Т23. При подаче на базу транзистора Т23 положительного импульса он закрывается, его коллекторный потенциал повышается и через эмиттерный повторитель Т20 подается на диоды Д3, Д4. Диоды Д3, Д4 открываются и закорачивают коллекторные цепи транзисторов Т18, Т19. При этом повышается отрицательный потенциал на анодах диодов Д5, Д6. Диоды закрываются и разрывают цепь подачи исследуемого сигнала на согласующий усилитель. Такой режим соответствует индикации на экране ЭЛТ значений коэффициентов отклонения и коэффициентов разбег-ки.

5.2.13. Между эмиттерами транзисторов Т18 и Т19 включены резисторы R87, R88, R89 и R94, с помощью которых производится корректировка коэффициента усиления каскада и, тем самым, всего тракта вертикального отклонения.

Регулировка производится потенциометром R88, ось которого выведена под шлиц на переднюю панель прибора. При этом изменяется суммарная величина сопротивления в цепи эмиттеров транзисторов Т18, Т19, обеспечивая необходимый коэффициент усиления каскада.

5.2.14. Для обеспечения перемещения линии луча по вертикали между эмиттерами транзисторов Т18, Т19 включен дифференциальный каскад, выполненный на микросхеме УЗ. В зависимости от потенциала подающего напряжения на базу транзистора (вывод 3 микросхемы УЗ) изменяется соотношение коллекторных токов транзисторов микросхемы. При этом меняется режим питания транзисторов Т18, Т19 по постоянному току, что, в конечном счете, приводит к необходимому перемещению линии луча на экране ЭЛТ.

5.2.15. Согласующий усилитель, выполненный на транзисторах Т21, Т22, представляет собой симметричный усилитель с отрицательной обратной связью по напряжению. Обратная связь обеспечивается включением резисторов R112, R124 и R114, R127. Между коллекторами каскада включены цепи корректировки переходной характеристики, которые обеспечивают коррекцию в области больших, средних и малых времен (R126*, C37; R131*, C39; R139, C42, C44).

С выхода согласующего усилителя сигнал поступает на симметричную линию задержки. Для согласования выхода усилителя с линией задержки в каждый коллектор включается согласующий резистор R138 и R141; для лучшей передачи крутых фронтов сигнала и компенсации индуктивной составляющей волнового сопротивления линии задержки согласующие резисторы зашунтированы конденсаторами C41 и C43.

5.2.16. Усилитель внутренней синхронизации предназначен для обеспечения работы устройства синхронизации и детектора амплитуд. Усилитель состоит из двух каскадов, выполненных по симметричной каскадной схеме.

Входной каскад собран на транзисторах Т1, Т2, Т5, Т6. Резистор R12, включенный между эмиттерами транзисторов, обеспечивает необходимый коэффициент усиления каскада. Нагрузками плеч служат резисторы R35, R36. Усиленный сигнал поступает на вход второго каскада усилителя, выполненного на транзисторах Т7, Т8, Т11, Т12. Коэффициент усиления обеспечивается резисторами R43, R67, R68. Необходимая коррекция усиления на высоких частотах обеспечивается конденсатором C21 и цепочкой R44, C22, C23. Полупроводниковый стабилитрон Д1 служит для уменьшения величины питающего напряжения выходного каскада усилителя с целью согласования выхода усилителя со входом пикового детектора (И25.404.611) по постоянному уровню.

С выхода усилителя синхронизации сигнал через эмиттерный повторитель, выполненный на транзисторе Т13 подается на блок синхронизации.

Диод Д2 необходим для уменьшения рассеиваемой мощности на транзисторе Т13.

5.2.17. Детектор амплитуд предназначен для формирования напряжения, равного полному размаху исследуемого сигнала. Формирование этого напряжения происходит следующим образом. Всякий сигнал произвольной формы можно представить в виде двух составляющих: положительной и отрицательной (рис. 18).

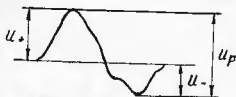


Рис. 18. Сигнал произвольной формы.

Размах такого сигнала можно представить формулой:

$$U_p = |U_+| + |U_-|, \quad (8)$$

где: U_p — полный размах исследуемого сигнала;
 $|U_+|$ — абсолютная величина положительной составляющей;
 $|U_-|$ — абсолютная величина отрицательной составляющей.

При формировании напряжения, равного размаху исследуемого сигнала, реализуется формула (8). Для этого отдельно детектируется величина положительной и отрицательной составляющих сигнала двумя идентичными пиковыми детекторами, а затем производится сложение полученных величин с помощью операционного усилителя. Примененная схема пикового детектора позволяет детектировать только положительную составляющую сигнала. Поэтому для измерения величины отрицательной составляющей сигнала на второй пиковый детектор подается проинвертированный сигнал с другого плеча усилителя.

Каждый детектор собран по схеме двойного эмиттерного повторителя с закрытым входом и высокоомной нагрузкой. Один детектор собран на транзисторах микросхемы У1, а другой — микросхемы У2. Запоминание выпрямленных напряжений осуществляется конденсаторами С5 и С6.

Преимуществом примененной схемы пикового детектора является ее широкополосность. На работу схемы пикового детек-

тора оказывает большое влияние изменение величины зарядного резистора и входного сопротивления истоковых повторителей. Для предупреждения этого, особенно при климатических воздействиях, пиковые детекторы и истоковые повторители помещены на отдельную плату, изготовленную из фольгированного фторопласта.

5.2.18. Сложение напряжений, равных величине положительной и отрицательной составляющих входного сигнала, осуществляется операционным усилителем У7 типа 140УД1Б. При выполнении этой операции используются классические методы аналоговой вычислительной техники. Схема суммирующего усилителя приведена на рис. 19.

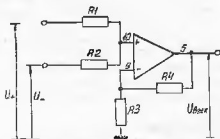


Рис. 19. Схема сложения напряжений с помощью операционного усилителя.

Для такой схемы справедливо выражение, описываемое формулой

$$U_{\text{вых}} = \frac{R_4}{R_3} \left(U_+ \frac{R_1}{R_3} + U_- \frac{R_2}{R_3} \right). \quad (9)$$

Поскольку резисторы R_1 , R_2 , R_3 имеют одинаковую величину, то выходное напряжение равно сумме входных умноженной на отношение $\frac{R_4}{R_3}$, равное в нашем случае 1, 6.

Это умножение сделано для более устойчивой работы схемы сравнения по уровням, на которую подается сигнал с выхода операционного усилителя.

5.2.19. Схема сравнения по уровням выполнена на двух компараторах У5, У6 с использованием операционных усилителей типа 140УД1Б. Пороги срабатывания компараторов устанавливаются с помощью переменных резисторов R98, R99. При вертикальном размере изображения сигнала на экране ЭЛТ, находящегося в пределах от 2 до 8 см, на выходе компараторов устанавливаются потенциалы, соответствующие логическому «0». При размере изображения превышающем 7,7 см сра-

бываает компаратор на микросхеме У5 и на его выходе появляется потенциал, соответствующий логической «1». Такой же сигнал появляется на выходе компаратора собранного на микросхеме У6, если размер изображения на экране ЭЛТ менее 2,2 см.

В зависимости от потенциалов на выходах компараторов на автоматику У поступает команда на изменение коэффициента отклонения в необходимом направлении.

5.2.20. Соединение блока вертикального отклонения с остальной схемой прибора осуществляется двумя способами:

- передача низкочастотных сигналов и питающих напряжений осуществляется через низкочастотный разъем Ш2;
- передача высокочастотных сигналов осуществляется коаксиальными кабелями, подключаемыми непосредственно к платам блока с помощью контактных штырей.

5.2.21. Схема автоматики У предназначена для управления режимом работы тракта вертикального отклонения и выбора коэффициентов отклонения луча по вертикали в ручном, автоматическом и дистанционном режимах работы.

Принципиальная схема автоматики У приведена на чертеже И22.076.006 ЭЗ.

Автоматика У содержит:

- формирователь импульсов управления;
- реверсивный счетчик;
- ограничитель хода счетчика;
- дешифратор индикации;
- дешифратор команд;
- генератор импульсов ручного управления;
- генератор импульсов автоматического управления.

5.2.22. Формирователь импульсов управления состоит из двух микросхем У5 и У6 типа 133ЛР4. Каждая микросхема формирует один управляющий сигнал. Каждая микросхема реализует логическую функцию 4И-2ИЛИ-НЕ. Для того, чтобы на выходе микросхемы появился отрицательный импульс, необходимо, чтобы на всех входах одной группы И были логические единицы (потенциал от +2,4 до 5 В). В нашем случае используется только 3 входа из 4 и соответственно совпадение единиц должно быть по 3 входам.

В зависимости от того, в каком положении находится переключатель В11 в блоке вертикального отклонения («» или «») на соответствующие шины ручной или автоматический режим) подается логическая единица (+5 В). Если установлен ручной режим управления, то в каждой микросхе-

ме работает элемент 4И, имеющий номера входов 10, 11, 12. При нажатии кнопки «<» или «>» единичный сигнал поступает по шинам ручного увеличения или уменьшения коэффициента отклонения на соответствующую микросхему. В момент нажатия кнопки запускается генератор импульсов ручного управления, причем первый импульс формируется с момента нажатия кнопки. Если кнопка остается в нажатом состоянии, то генератор продолжает формировать положительные импульсы ручного управления с периодом повторения $0,75 \pm 0,15$ с. Импульсы ручного управления поступают на входы 11 обоих микросхем.

Таким образом, при ручном режиме управления, в зависимости от того, какая из кнопок переключателя В11 нажата («<» или «>»), на выходе одной из микросхем формирователя появляются отрицательные импульсы, следующие с частотой генератора импульсов ручного управления.

При нажатой кнопке автоматического режима («»») работают входы 1, 2, 3 обоих микросхем. В этом случае команды уменьшения или увеличения коэффициента отклонения поступают от схемы сравнения по уровням из блока вертикального отклонения. Опрос формирователя при этом производится тактовыми импульсами, поступающими от генератора импульсов автоматического управления. В остальном формирователь работает аналогично.

5.2.23. С выхода формирователя отрицательные импульсы увеличения или уменьшения коэффициента отклонения поступают на реверсивный счетчик. Поскольку коэффициент отклонения должен изменяться калиброванными ступенями в отклонении (1, 2, 5) · 10%, а число состояний счетчика должно быть равно общему числу калиброванных коэффициентов отклонения луча по вертикали (в данном случае для выбора коэффициентов отклонения в пределах от 5 мВ/дел. до 5 В/дел. необходимо 10 состояний), то для упрощения схем дешифраторов наиболее удобной является схема, состоящая из двух счетчиков. Первый счетчик имеет коэффициент деления 3 и определяет величину значущей цифры в коэффициенте отклонения. Второй счетчик имеет коэффициент деления 4 и определяет величину «п» в показателе степени числа 10.

Оба счетчика построены по реверсивной синхронной схеме на у-к триггерах со сложной входной логикой типа 133ТВ1. Для управления работой обоих счетчиков сигналы с выхода формирователя поступают на триггер реверса, собранный на элементах У7-1 и У7-2 и на формирователь счетных импульсов, собранный на элементе У7-3. В зависимости от положения триггера ре-

верса оба счетчика работают либо в режиме прямого, либо в режиме обратного счета. Положительные счетные импульсы подаются одновременно на все счетные входы триггеров. Первый счетчик с коэффициентом деления 3 собран на триггерах У8 и У11. Для исключения одного лишнего состояния счетчика на микросхеме У9 построены две цепочки обратной связи, одна из которых работает при прямом, а другая — при обратном счете. Второй счетчик построен на триггерах У14, У15. Управление режимом счетчика осуществляется с помощью схем 2-2И-2ИЛИ-НЕ, входящих в микросхему У12.

5.2.24. Ограничитель хода счетчика собран на микросхемах У17 и У18. При достижении счетчиками состояния, принятого для 5 мВ/дел. срабатывает микросхема У17 — подает логический ноль на входы у и х всех триггеров. За счет этого все триггеры блокируются и дальнейшее изменение состояния счетчика невозможно. Для того, чтобы вывести счетчики из этого состояния необходимо, чтобы триггер реверса изменил свое состояние. При этом нарушается набор логических единиц на входе микросхемы У17 и со счетчиков снимается логический ноль. Таким образом после достижения счетчиками состояния, принятого для коэффициента отклонения 5 мВ/дел, счетчик может работать только в сторону увеличения коэффициента отклонения. На микросхеме У18 собран ограничитель хода счетчика, срабатывающий при достижении состояния, принятого для 5 В/дел. Этот ограничитель работает так же, как и рассмотренный выше.

5.2.25. Анализ состояния триггеров счетчиков осуществляется сначала дешифратором индикации. Этот дешифратор раздельно анализирует состояние каждого счетчика и подает код включенного коэффициента отклонения на дешифратор команд и устройство знаковой индикации. Передача информации осуществляется единым инверсным кодом. В этом коде каждый сигнал передается по отдельной шине, причем наличие сигнала соответствует логический ноль, а отсутствию — логическая единица.

В дешифратор индикации входит микросхема У13, которая выдает код значущей цифры коэффициента отклонения (1, 2, 5) и микросхемы У19, У20-1, которые выдают код показателя степени числа 10 (—3; —2; —1; 0).

5.2.26. В дешифратор команд входят микросхемы У20, У21, У22. С помощью этих микросхем код коэффициентов отклонения инвертируется и подается в виде положительных импульсов на аттенуатор блока вертикального отклонения через эммитерные повторители, собранные на микросхемах У23 и У24.

5.2.27. При работе тракта вертикального отклонения в режиме дистанционного управления по линии «Включение дист. упр.» на дешифратор индикации подается логический ноль (уровень «земли»). Под действием этого сигнала на всех шинах выходных дешифратора появляется высокий потенциал, соответствующий отсутствию информации. Выходные шины этого дешифратора помимо устройств знаковой индикации соединены с соответствующими контактами разъема дистанционного управления (Ш1 на схеме И22.048.005 Э3 лист 1). Для дистанционного выбора коэффициентов отклонения на определенные контакты разъема в соответствии с кодом подается нулевой потенциал («земля»). Этот потенциал воспринимается как полезный сигнал дешифратором команд и устройством знаковой индикации, на основании которого устанавливается дистанционно выбранный коэффициент отклонения, а величина этого коэффициента выписывается на экране.

5.2.28. Генератор импульсов ручного управления собран на микросхемах У1, У4 и полевым транзисторе Т2. Период следования импульсов генератора устанавливается в пределах от 0,6 до 0,9 с. За счет применения полевого транзистора величина времязадающих элементов генератора R2, R5, C6 получается относительно небольшой. Управление генератором осуществляется от кнопок «<» и «>», управляющих выбором коэффициента отклонения и коэффициента развертки. Для формирования коротких импульсов управления сигнал с выхода генератора подается на ждущий мультивибратор, собранный на элементах У4-3, У4-4 и конденсаторе C8. Длительность выходных импульсов мультивибратора имеет величину 1—2 мкс. Для согласования полярности выходных импульсов и улучшения их формы перед подачей их на нагрузку они предварительно проходят инвертор У2-3.

Генератор начинает формировать первый импульс с момента нажатия кнопки «<» или «>» в любом из трактов. Если длительность нажатия превышает период следования импульсов, то генератор выдает следующий импульс и т. д. Для исключения сбоев в генераторе применен триггер, собранный на элементах У4-1 и У4-2. Если кнопка будет разомкнута в момент формирования импульса генератора, то триггер имитирует работу кнопки до полного окончания одного периода колебаний генератора. За счет этого устраняются сбои в работе генератора.

Генератор импульсов автоматического управления собран по схеме аналогичной генератору импульсов ручного управления на микросхеме У3 и транзисторе Т1. Период следования импульсов этого генератора равен 4—5 Гц. На микросхеме У2

собирает ждущий генератор, который формирует импульсы длительностью около 350 нс. Эти импульсы положительной полярности подаются на формирователь импульсов управления и в автоматическом режиме управляют работой реверсивного счетчика.

5.2.29. Конструктивно автоматика У выполнена на отдельной плате. Для соединения платы со схемой используется разъем ШЗ типа ГРПМ-1.

5.2.30. Линия задержки предназначена для компенсации времени запаздывания между передним фронтом исследуемого импульса и моментом запуска генератора развертки. В приборе эта задержка имеет длительность порядка 90—100 нс.

Для того, чтобы обеспечивалось удобное наблюдение исследуемого импульса на середине рабочей части экрана, величина задержки выбирается равной 150—150 нс. Такой задержки достаточно, чтобы прямой ход развертки начинался до прихода переднего фронта исследуемого импульса.

В качестве линии задержки в приборе используется отрезок симметричного спирального кабеля задержки типа РС-200-3-15 с волновым сопротивлением 200 Ом (100 Ом на плечо).

Линия задержки собирается по чертежу атд.5.066.001-02 и устанавливается в приборе между предварительным усилителем У и выходным усилителем У.

5.2.31. Сигнал с выхода линии задержки поступает на вход выходного усилителя. Этот усилитель собран по симметричной схеме от входа до выхода. Принципиальная схема усилителя приведена на чертеже И22.030.167 Э3.

На входе усилителя включены элементы С1-С4, L1—L3, которые представляют собой фазокомпенсирующую цепь для линии задержки.

После фазокомпенсирующих цепочек в тракт сигнала включены резисторы R1, R2. Эти элементы предназначены для согласования — волнового сопротивления линии задержки.

5.2.32. Поскольку волновое сопротивление линии задержки невелико (100 Ом на плечо), то для эффективного усиления сигнала, поступающего на вход усилителя, входные каскады собраны по схеме усилителя с общей базой, имеющей низкое входное сопротивление. Во входных каскадах используются транзисторы Т1 и Т2.

Для согласования входных каскадов с последующей схемой сигналы с нагрузок транзисторов Т1 и Т2 подаются на эмиттерные повторители, собранные на транзисторах Т3 и Т4. С выхода эмиттерных повторителей сигнал поступает на симметричный усиленный каскад, собранный на транзисторах Т5, Т6.

В эмиттерные цепи этих транзисторов включена цепочка частотнозависимой обратной связи (R18, С9—C11), обеспечивающая корректировку переходной характеристики в области малых и очень малых времен. Эта цепочка компенсирует влияние емкости сигнальных пластин ЭЛТ. Кроме того, в один из эмиттеров включен переменный резистор R10, который обеспечивает симметрирование выходного усилителя по постоянному току.

5.2.33. Усиленный сигнал с коллекторов Т5 и Т6 поступает на выходной каскад, выполненный по симметричной каскодной схеме на транзисторах Т7—Т10. Выходной каскад обеспечивает усиление сигнала до величины, необходимой для работы ЭЛТ. Диоды D1 и D2, включенные в цепь сигнала, предотвращают насыщение транзисторов Т7, Т8 при выходе луча за пределы экрана. За счет этих диодов улучшается также переходная характеристика усилителя.

5.2.34. Выходной усилитель, помимо основного сигнала, обеспечивает также усиление сигналов знаковой индикации. При выписке этих сигналов основной сигнал прерывается коммутатором в блоке вертикального отклонения и не искажает формы знаков. Соответственно сигнал индикации, в моменты выписки сигнала, прерывается в устройстве знаковой индикации.

В цепь питания транзисторов Т5, Т6 включена кнопка «ПО-ИСК ЛУЧА», расположенная на передней панели прибора. При нажатии этой кнопки прерывается цепь +10 В, по которой питается каскад и питание его происходит через резистор R11. За счет этого резко уменьшается ток покоя транзисторов и соответственно уменьшается динамический диапазон выходных сигналов. В таком режиме поле возможных положений луча не выходит за пределы рабочей части экрана. Если луч находится за экраном, то в этом режиме он возвращается в рабочую часть экрана.

5.2.35. Для уменьшения входной емкости шупа применяется выносной делитель 1:10. Принципиальная схема делителя изображена на чертеже И22.727.080 Э3.

Конструктивно выносной делитель 1:10 представляет собой приборную часть (с подстроечными элементами R1, R2, С2), которая связана гибким кабелем (РК-200-2-11) длиной 1 м с рабочим шупом.

Приборная часть состоит из разъема (СР-50-74Ф), корпуса, печатной платы с элементами И22.727.081, кожу, имеющего отверстие для доступа к регулировочному элементу С2.

Рабочий шуп представляет собой посеребренный металличе-

ческий корпус карандашной формы, внутри которого имеется RC-цепочка.

Потенциометры R1, R2 предназначены для настройки частотной характеристики делителя, а подстроечный конденсатор C2 — для компенсации выносного делителя.

Максимальная амплитуда входного сигнала составляет 300 В; параметры входа $R_{вх} = 1 \pm 0,02$ МОм, $S_{вх}$ 12 пФ. Погрешность деления $\pm 2\%$.

5.2.36. Тракт горизонтального отклонения предназначен для формирования отклоняющего напряжения, синхронного с исследуемым сигналом, и обеспечения работы прибора при исследовании сигналов по фигурам Лиссажу. В тракт горизонтального отклонения входят:

- блок синхронизации И22.075.022;
- генератор развертки И22.081-020;
- автоматика X И22.076.007;
- коммутатор И22.242.025;
- усилитель X И22.032.094.

5.2.37. Блок синхронизации представляет собой конструктивно съемный блок, содержащий:

- элементы входной цепи;
- устройство синхронизации И22.075.015.

Блок синхронизации предназначен для обеспечения устойчивого изображения сигнала на экране ЭЛТ. Схема блока приведена на чертеже И22.048.005 ЭЗ, лист 2, У12.

5.2.38. К элементам входной цепи блока относятся:

- переключатель В1, обеспечивающий выбор источника синхронизирующего сигнала;
- гнездо Ш1 входа внешней синхронизации и входа X;
- переключатель В2, изменяющего вид связи источника синхронизации с блоком.

Переключатель В1 позволяет подать на устройство синхронизации один из трех сигналов:

- сигнал внутренней синхронизации, снимаемый с усилителя синхронизации блока вертикального отклонения;
- сигнал питающей сети, снимаемый с обмотки силового трансформатора;
- внешний сигнал с гнезда Ш1.

Если внешний сигнал имеет амплитуду, превышающую 2 В, то он должен быть ослаблен. Для этого на переключателе В1 предусмотрено специальное положение «ВНЕСШ. 1:10». В этом положении в тракт внешнего синхронизирующего сигнала включается частотно-компенсированный делитель напряжения, собранный на резисторах R2, R3 и конденсаторе C3.

Входное активное сопротивление устройства синхронизации

для синхронизирующего сигнала равно 1 МОм с входной емкостью порядка 30 пФ.

Номиналы резисторов делителя выбраны так, чтобы при его подключении входное сопротивление блока синхронизации оставалось неизменным. Для выравнивания величины входной емкости используется конденсатор C2.

Ввиду того, что вход внешней синхронизации (гнездо Ш1) используется также как «ВХОД X», то для выписки коэффициента отклонения луча по горизонтали на устройство знаковой индикации подается информация о величине включенного коэффициента отклонения (500 мВ/дел или 5 В/дел). Для этого направление переключателя В1-4. Питание контакта 1 этого направления осуществляется от переключателя В1-3 (положение «ВНЕСШ»). Таким образом, при работе тракта горизонтального отклонения в режиме «ВНЕСШ.» на устройство знаковой индикации поступает информация о величине выбранного коэффициента отклонения. Поскольку исследование сигналов по фигурам Лиссажу может производиться путем сравнения с частотой и фазой питающей сети, то при сочетании положений переключателя В1-3 «ВНЕСШ.» и переключателя В1 — «СЕТЬ», на усилитель X будет подаваться сигнал питающей сети, а на устройство знаковой индикации — информация о коэффициенте отклонения по горизонтали — 500 мВ/дел.

Переключатель вида связи В2 включается в тракт синхронизирующего сигнала между переключателем В1 и входом устройства синхронизации и обеспечивает работу в режиме открытого (положение « $\approx$ ») или закрытого (положение « $\sim$ ») входа. Кроме того, переключатель имеет положение, позволяющее ослабить определенную часть спектра синхронизирующего сигнала (положения « $\sim$ В.Ч.» и « $\sim$ Н.Ч. »).

При открытом входе на устройство синхронизации поступает полный спектр сигнала с учетом постоянной составляющей. Во всех остальных положениях постоянная составляющая сигнала синхронизации не проходит на устройство синхронизации. В положении « $\sim$ », за счет включения в тракт сигнала конденсатора C5, на вход устройства синхронизации проходят сигналы с частотами от 30 Гц до 35 МГц. В положении « $\sim$ В.Ч.» в тракт сигнала включается фильтр верхних частот, образованный конденсатором C4 и резистором R7. За счет действия этого фильтра на вход устройства синхронизации проходят сигналы с частотами от 0,03 до 35 МГц. В положении « $\sim$ Н.Ч.» в тракт сигнала включается фильтр нижних частот, образованный резистором R5, конденсатором C5 и элементами

входной цепи устройства синхронизации. За счет действия этого фильтра на вход проходят сигналы с частотами от 30 Гц до 30 кГц.

5.2.39. С переключателя вида связи сигнал поступает на устройство синхронизации. Схема этого устройства приведена на чертеже И22.075.015 Э3. В состав устройства синхронизации входят:

- входной каскад;
- пороговое устройство;
- коммутатор полярности;
- схема установки уровня;
- усилитель X;
- формирователь запускающих импульсов;
- автоматический мультивибратор;
- формирователь строба сигнала.

5.2.40. Сигнал синхронизации с входной цепи поступает на входной каскад, собранный по схеме сложного истокового повторителя с динамической нагрузкой на транзисторах Т1—Т3. Истоковый повторитель обеспечивает высокое входное и низкое выходное сопротивление для синхронизирующих сигналов. Кроме того, этот каскад изолирует источник синхронизации от схемы. Для фиксации величины входного сопротивления каскада на входе включен резистор R2 с номинальным сопротивлением 1 Мом. Дiodы Д1, Д2 предохраняют полевой транзистор от пробоя. С выхода истокового повторителя сигнал синхронизации поступает на пороговое устройство и эмиттерный повторитель схемы установки уровня.

5.2.41. Пороговое устройство предназначено для преобразования синхронизирующего сигнала произвольной формы и крутизны в прямоугольные импульсы, период следования которых равен периоду синхронизирующего сигнала, а передний фронт совпадает с выбранным уровнем.

Пороговое устройство собрано по схеме дифференциально-го усилителя на транзисторах Т6 и Т7 и работает так, что один из транзисторов всегда открыт, а другой закрыт.

Переключение транзисторов из одного состояния в другое происходит в момент, когда сигнал на базе транзистора Т6 в процессе нарастания или уменьшения проходит через значения уровня, установленного на базе другого транзистора Т7.

5.2.42. Коммутатор полярности собран на диодах Д3, Д4, Д5, Д6. Управление коммутатором осуществляется с помощью переключателя полярности В1-2. Когда переключатель поляр-

ности установлен в положение «+» диод Д6 открывается и коллектор транзистора Т7 через диод Д7 подключается к источнику +10 В. Диод Д3 закрыт. Коллекторный ток транзистора Т6 проходит через Д4 на эмиттер транзистора Т8. Транзисторы Т8 и Т9 входят в усилитель импульсов порогового устройства. Оба они включены по схеме с общей базой, что обеспечивает широкую полосу пропускания и малый уровень шумов. В коллекторную цепь транзистора Т9 включен туннельный диод Д10, обеспечивающий формирование импульсов с крутыми фронтами.

При поступлении на пороговое устройство синхронизирующего сигнала положительной полярности транзистор Т6 открывается, а транзистор Т7 закрывается и в эмиттер Т8 подается положительный импульс. Усиленный транзисторами Т8 и Т9 импульс поступает на туннельный диод Д10. За счет этого импульса увеличивается ток туннельного диода, так как в индуктивности L5 ток мгновенно измениться не может. Увеличение тока через диод Д10 вызывает переключение его в «высокое» состояние и формируется перепад положительной полярности с крутым передним фронтом.

Когда входной сигнал начнет уменьшаться происходит обратный процесс и туннельный диод возвращается в «низкое» состояние.

При установке переключателя полярности в положение «—» транзистор Т6 через диод Д3 подключается к источнику +10 В, а транзистор Т7 подключается к источнику +10 В через диод Д5. Теперь туннельный диод переключится в «высокое» состояние отрицательным фронтом синхронизирующего сигнала.

5.2.43. Сигнал с входного истокового повторителя поступает на эмиттерный повторитель схемы установки уровня. Этот эмиттерный повторитель собран на транзисторе Т4.

Нагрузкой эмиттерного повторителя является резистор R6; выходной сигнал с резисторов R1 и R4 поступает на детектор амплитуд.

Если переключатель В2 (общая схема) установлен в положение «ВНЕШ.», то выходной сигнал с истокового повторителя поступает на усилитель X через резисторы R12 и R17.

Основным узлом схемы установки уровня является детектор амплитуд, который обеспечивает выбор уровня синхронизации. Управление работой «детектора амплитуд» осуществляется с помощью переключателя В1-1. Если переключатель установлен в положение «», то с переключателя В1-1 на де-

тектор амплитуд подаются питающие напряжения ± 10 В. Детектор амплитуд содержит два детектора, один из которых работает от положительных, а другой — от отрицательных составляющих входного сигнала. Детекторы собраны на транзисторных матрицах У1 и У2. Каждый детектор собран по схеме двойного эмиттерного повторителя с высокоомной нагрузкой. Запоминание выпрямленных напряжений осуществляется конденсаторами С2 и С3. Для снижения реакции нагрузки на детектор съем напряжений осуществляется через составные эмиттерные повторители, собранные на разнополярных транзисторах. Выходные напряжения снимаются с коллекторов транзисторов (выводы 10), причем напряжение на детекторе положительных значений равно амплитуде положительной составляющей, а на детекторе отрицательных значений — амплитуде отрицательной составляющей.

К выходам детекторов подключен крайними точками потенциометр R6 (И22.048.005 Э3) регулировки уровня, а средняя точка потенциометра подключается к базе транзистора Т10, на котором собран эмиттерный повторитель уровня. Кроме того, между точками R6 включены выравнивающие резисторы R30, R31, R32, R33, R34. За счет такого включения на потенциометре «УРОВЕНЬ» выделяется полное напряжение, равное размаху сигнала. Преимуществами примененной схемы детектора амплитуд является широкополосность и сохранение уровней постоянных составляющих.

Если переключатель В1 установлен в положение «», то питание с детектора амплитуд, при этом, снимается и на потенциометр регулировки уровня через резисторы R20. R21 поступают напряжения ± 10 В.

Для обеспечения требуемых параметров детектора амплитуд в условиях воздействия высокой влажности схема его размещена в отдельной плате, выполненной из фольгированного фторопласта.

С эмиттерного повторителя уровня (Т10) сигнал поступает на пороговое устройство.

За счет применения схемы детектора амплитуд пороговое устройство в автоматическом режиме устойчиво работает при любом произвольном положении ручки «УРОВЕНЬ».

5.2.44. Формирователь запускающих импульсов собран на транзисторе Т14 и импульсном трансформаторе Тр1. Отрицательный импульс с крутым фронтом, полученный при переключении туннельного диода Д10, поступает на базу транзистора Т14 через резистор R54. Транзистор Т14 усиливает и инвертирует импульс. Трансформатор Тр1 дифференцирует импульс

и в отрицательной полярности передает к схеме генератора развертки.

5.2.45. Для перевода генератора развертки из автоколебательного в ждущий режим работы используются сигналы, формируемые автоматическим мультивибратором. Мультивибратор собран на транзисторах Т20, Т23, Т24 и работает следующим образом.

При отсутствии сигнала синхронизации транзистор Т24 открыт и потенциал его базы равен 0,3 В. Транзистор Т20 закрыт и на его базе удерживается потенциал минус 0,7 В за счет прямого падения напряжения на диоде Д14. Напряжение на эмиттерах Т20 и Т24 определяется открытым транзистором Т24 и достаточно положительно, чтобы предотвратить отпирание транзистора Т20, на коллекторе которого устанавливается напряжение примерно $+11$ В, которое удерживает транзистор Т23 в закрытом состоянии.

Схема остается в этом состоянии до тех пор, пока синхронизирующий импульс положительной полярности от транзистора Т14 не поступит на базу транзистора Т20. При этом Т20 открывается и напряжение на его коллекторе понижается до минус 0,3 В, диоды Д16, Д17 закрываются, а транзистор Т23 открывается и напряжение на коллекторе Т23 повышается до $+10$ В. При открывании транзистора Т20 конденсатор С43 разряжается через открытый переход до потенциала коллектора. После окончания синхронизирующего импульса транзистор Т20 закрывается и через резистор R79 начинается заряд емкости С43. Время заряда этого конденсатора составляет около 100 мс.

Если частота синхронизирующих импульсов превышает 5 Гц, то за время между двумя синхронизирующими импульсами конденсатор С43 не успевает зарядиться до $+11$ В и транзистор остается в открытом состоянии до окончания сигнала. За счет этого выходной уровень на коллекторе транзистора Т24 удерживается в открытом состоянии.

Управление генератором развертки осуществляется сигналом, снимаемым с коллектора транзистора Т23. Если транзистор Т23 закрыт, то генератор развертки работает в автоколебательном режиме. Когда приходит синхронизирующий сигнал, транзистор Т23 открывается и на генератор развертки через резистор R91 поступает потенциал $+10$ В. Под воздействием этого потенциала генератор переключается в ждущий режим работы, при котором запуск развертки происходит от синхронизирующих импульсов.

5.2.46. Формирователь строба сигнала предназначен для формирования положительного импульса, длительность кото-

рого равна периоду синхронизирующего сигнала в режиме « $\sim$ » и длительности синхронизирующего импульса в режиме « $\square$ ».

В эту схему входят:

- схема обострения;
- эмиттерный повторитель;
- декадный делитель;
- схема умножения длительности;
- электронный переключатель.

Схема обострения собрана на транзисторах Т12, Т13. Сформированные туннельным диодом Д10, импульсы через резистор R43 запускают триггер Шмидта (Т12, Т13). Порог срабатывания триггера выбран таким, чтобы он переключался в моменты времени срабатывания туннельного диода. На выходе триггера размах импульсов составляет величину порядка 5В. Такой размах необходим для нормальной работы декадного делителя. Для уменьшения влияния работы триггера Шмидта на другие участки схемы в ручном режиме работы развертки с него снимается питание —10 В. Для снижения влияния последующей схемы на триггер Шмидта на его выходе установлен усилительный каскад на транзисторе Т21.

Декадный делитель служит для формирования строба сигнала. Он состоит из пяти триггеров. Для увеличения быстродействия делителя, предельная частота которого равна предельной частоте сигнала в тракте вертикального отклонения, первый триггер собран на транзисторах Т16, Т18, Т22, Т27. Остальные четыре триггера выполнены на микросхемах У4, У6, У7, У9. Строб сигнала формируется первым триггером. Если период сигнала становится меньше 250 нс, то автоматика включает растяжку развертки в усилителе X. В этом случае для согласования работы схемы автоматики с растяжкой развертки длительность строба сигнала должна увеличиться в 10 раз. Этот строб формируется всеми пятью триггерами.

В режиме « $\square$ » импульсный сигнал равный длительности исследуемого импульса формируется транзистором Т17. Если длительность исследуемого импульса становится менее 250 нс, то автоматика включает в тракт горизонтального отклонения растяжку в 10 раз. В этом случае для согласования работы схемы автоматики с растяжкой развертки длительность строба сигнала должна увеличиться в 10 раз. Эту функцию выполняет схема умножения длительности импульса, собранная на транзисторах Т26, Т28, Т29, У3, Т30, Т31.

Работа схемы умножителя длительности импульса основана на принципе заряда и разряда емкости токами определенной величины. Если заряжать конденсатор С постоянным током, то величина заряда на конденсаторе определяется формулой:

$$Q = I_{зар} \cdot C \cdot t_{зар}, \quad (10)$$

где Q — величина заряда;

$I_{зар}$ — ток заряда;

C — величина емкости;

$t_{зар}$ — длительность заряда.

Если теперь разряжать конденсатор С эталонным током $I_{раз}$, то время разряда конденсатора определится формулой:

$$t_{раз} = \frac{Q}{I_{раз} \cdot C}, \quad (11)$$

где $t_{раз}$ — время разряда конденсатора;

$I_{раз}$ — ток разряда;

Q и C — те же, что и в формуле (10).

На основании этих формул можно получить:

$$t_{раз} = \frac{I_{зар}}{I_{раз}} t_{зар} \quad (12)$$

Если выбрать $I_{зар} = 9I_{раз}$, то в этом случае $t_{раз} = 9t_{зар}$. Для реализации этих соотношений построена специальная схема, обеспечивающая заряд и разряд конденсатора фиксированными токами и фиксацию моментов начал заряда и окончания разряда конденсаторов. Синхронизирующие импульсы положительной полярности инвертируются усилительным каскадом Т21 и через переходную емкость C45 поступают на ключевую схему, собранную на транзисторах Т26 и Т29. Под действием импульса транзистор Т26 закрывается, а транзистор Т29 открывается и начинается заряд емкости C49. Резистор R102, включенный в общую эмиттерную цепь Т26, Т29 позволяет регулировать ток коллектора Т29 и тем самым скорость заряда конденсатора C49. По окончании синхронизирующего импульса транзистор Т29 снова закрывается и начинается разряд конденсатора C49 через транзистор Т28. В эмиттер транзистора Т28 включен переменный резистор R97, который позволяет регулировать ток разряда конденсатора C49. Ток разряда выбирается в девять раз меньше тока заряда. Транзистор Т28 не коммутируется в процессе работы, однако поскольку ток разряда в девять раз меньше тока заряда, то работа схемы не нарушается.

Треугольное напряжение с конденсатора С49 поступает через источник повторитель на триггер Шмидта, собранный на транзисторах Т30 и Т31. Уровень срабатывания триггера подобран таким, чтобы при переходе напряжения на конденсаторе через нулевой уровень он опрокидывался, а в момент окончания разряда возвращался в исходное состояние. За счет этого длительность выходного импульса триггера равна суммарной длительности заряда и разряда конденсатора С49, т. е. в десять раз больше исходного импульса. Поскольку все элементы, входящие в схему умножителя длительности импульса, выбраны достаточно высокочастотными, то задержка между началом синхронизирующего импульса и началом умноженного импульса пренебрежимо мала и не оказывает влияния на работу схем автоматики.

Электронный переключатель, управляемый переключателями «  », «  » сигнал строка развертки и включения растяжки, производят непосредственное выделение необходимого строка сигнала. Построен он на микросхемах У5, У8, У10, У2.

5.247. Генератор развертки формирует пилообразное напряжение для перемещения луча по экрану ЭЛТ и содержит:

- триггер развертки;
- ключевую схему;
- формирователь импульсов подсвета;
- генератор пилообразного напряжения;
- эмиттерный повторитель восстановления развертки;
- мультивибратор восстановления развертки;
- усилитель начала развертки.

Принципиальная схема генератора приведена на чертеже И22.081.020 Э3.

В зависимости от положения переключателя В2 («Z», «Z», «ВНЕС») генератор развертки может работать в автоколебательном и ждущем режимах работы. В положении переключателя В2 «ВНЕС» генератор развертки выключается.

Управление выбором скорости развертки может производиться либо вручную (переключатель В3 в положении «  »), либо автоматически (переключатель В3 в положениях «  » или «  »). Для устранения сбоя автоматики при переходе из автоматического режима в ручной используются 2 RS — триггера, собранные на микросхеме У11.

Вначале рассмотрим работу генератора развертки в ждущем режиме.

Управление режимом осуществляется переключателем В2 («Z», «Z», «ВНЕС»). Когда переключатель В2 установлен в положение «Z», напряжение минус 10 В поступает на резистор R3, обеспечивая питание транзистора Т23 схемы автоматического мультивибратора в блоке синхронизации И22.057.015 Э3 и запирающее диода Д6 (И22.081.020 Э3) цепи подпитки туннельного диода.

При срабатывании автоматического мультивибратора положительный потенциал поступает через диоды Д4, Д5 на усилитель индикации, собранный на транзисторе Т1. В коллектор этого транзистора включена лампочка Л1 индикации наличия синхронизации. Конструктивно эта лампочка расположена в блоке синхронизации. Помимо лампочки с коллектора Т1 питается инвертор Т4. Этот инвертор предназначен для установки автоматики X в положение, соответствующее коэффициенту развертки 100 мкс/см, при работе в режимах «  » и «  ».

«  » и отсутствии входного сигнала.

Если выбор коэффициента развертки производится вручную, то эмиттер Т4 отключается от земли и принудительная установка коэффициента развертки не производится.

Изменение потенциала на выходе автоматического мультивибратора не воздействует на туннельный диод, так как диоды Д6 и Д8 включены навстречу друг другу.

5.248. Триггер развертки построен на туннельном диоде Д10 и транзисторе Т5. В зависимости от положения переключателя В2 («Z», «Z») он обеспечивает либо автоколебательный, либо ждущий режим работы генератора пилообразного напряжения.

При работе в ждущем режиме импульс синхронизации проходит через обмотку трансформатора Тр1 в схеме синхронизации. Ввиду малого объема трансформатора со вторичной обмотки снимаются только продифференцированные импульсы, совпадающие с передним фронтом импульсов. Этот короткий импульс через диод Д9 поступает на туннельный диод Д10 и переключает его в «высоковольтное» состояние, в котором он остается до тех пор, пока не будет возвращен в «низковольтное» состояние мультивибратором восстановления развертки.

Отрицательный импульс на базе транзистора Т5 открывает его и в коллекторной цепи вырабатывается строб развертки положительной полярности. Этот строб поступает на выходной

усилитель импульса подсвета (Т7) и ключевые диоды Д23 и Д26.

Когда транзистор Т5 закрыт, по цепи R18, R27, R30, Д23, Д26 образуется цепь разряда времязадающих элементов генератора пилообразного напряжения. За счет подключения диода Д18 усилитель начала развертки фиксирует величину начального уровня на выходе генератора пилообразного напряжения.

При появлении в коллекторе Т5 положительного строба развертки диоды Д18, Д23, Д26 закрываются. Усилитель начала развертки отключается от входа генератора и начинает работать генератор развертки.

5.2.49. Формирователь импульсов подсвета собран на транзисторах Т7, Т8. Положительный строб развертки от триггера развертки подается на базу транзистора Т7 и в его коллекторной цепи формируется импульс отрицательной полярности. Этот импульс через резистор R48 подается на усилитель «2» и служит для подсвета луча в течение прямого хода развертки. Этот же импульс через резистор R35 открывает диод Д14, образуя цепь разряда блокировочного конденсатора во время прямого хода развертки.

За счет эмиттерной связи между транзисторами формирователя строб развертки поступает на второй транзистор формирователя. Положительный импульс с коллектора Т8 ограничивается между уровнями минус 0,7 В +3,3 В схемой, содержащей R43, R44, Д19, Д22 и поступает на эмиттерный повторитель Т10.

Сформированный эмиттерным повторителем положительный импульс, длительность которого равна длительности строба развертки, поступает на автоматикку Z и на инвертор У2-1. С выхода инвертора импульс дифференцируется цепочкой R59, R60, С29 и отрицательные импульсы, совпадающие с передним фронтом строба развертки подаются на элементы автоматического управления.

5.2.50. Генератор пилообразного напряжения построен по схеме интегрирующего усилителя на транзисторе Т13. Для повышения величины входного сопротивления усилителя на его входе включен истоковый повторитель, собранный на полевом транзисторе Т12. Между выходом истокового повторителя и базой усилителя включены элементы коррекции R53, R54, С27. Времязадающие элементы, выходящие в схему генератора находятся в коммутаторе, обеспечивающем выбор необходимого коэффициента развертки.

Когда ток, протекающий через диоды Д23, и Д26 прерыва-

ется, начинается заряд времязадающей емкости через времязадающий резистор и на затворе Т12 начинает нарастать напряжение. Это положительное напряжение через истоковый повторитель Т12 поступает на базу транзистора Т13, создавая на его коллекторе пилообразное напряжение отрицательной полярности. Времязадающий конденсатор включен между коллектором Т13 и затвором Т12, за счет чего образуется обратная связь, обеспечивающая линейный заряд конденсатора и тем самым линейность пилообразного напряжения.

Отрицательное пилообразное напряжение с коллектора Т13 поступает на эмиттерный повторитель Т14 схемы сравнения по длительности, через резистор R56 на усилитель «Х», на времязадающий конденсатор Свр в схеме коммутатора и на эмиттерный повторитель восстановления развертки. Диод Д28, включенный в коллектор Т13, является защитным. За счет этого диода максимальная амплитуда пилообразного напряжения на выходе ограничивается на уровне +10,7 В.

5.2.51. Эмиттерный повторитель восстановления развертки собран на транзисторе Т11. С эмиттера этого транзистора пилообразное напряжение поступает через диод Д12 на мультивибратор восстановления развертки и через диоды Д21, Д27 на усилитель начала развертки. Отрицательное пилообразное напряжение, поступающее с эмиттера транзистора Т11 на диод Д27, запирает диод Д21 и прекращает ток через транзистор Т9 от начала прямого хода развертки до окончания обратного хода развертки.

5.2.52. Мультивибратор восстановления развертки собран на транзисторах Т2, Т3. В исходном состоянии (при отсутствии пилообразного напряжения) транзистор Т2 открыт, а транзистор Т3 закрыт. Пилообразное напряжение поступает на мультивибратор через диод Д12. За счет делителя, собранного на R29, Д11, R21, потенциал анода Д12 устанавливается равным + (2—3) В. Поскольку начальный уровень пилообразного напряжения имеет порядок + (8—10) В, то в момент начала прямого хода пилообразного напряжения диод Д12 закрыт.

Когда потенциал на катоде диода понизится до уровня открывания диода, отрицательный сигнал через открытый диод Д12 пройдет на базу транзистора Т3, открывая его, при этом транзистор Т2 закроется. Напряжение на коллекторе транзистора Т3 станет положительным и переключит туннельный диод Д10 в исходное «низковольтное» состояние.

Момент открывания диода Д14 жестко зафиксирован за счет применения стабилитрона Д11 и диодов Д1, Д3 в мультивибраторе. За счет этих мер минимальное значение пилообраз-

ного напряжения, независимо от его скорости, всегда фиксируется на одном и том же значении.

Под действием диода D10 транзистор T5 закрывается, оканчивая тем самым строб развертки в цепи ключевой схемы и импульс подсега прямого хода развертки в формирователе.

По окончании строба развертки диоды D18, D23, D26 открываются и тем самым создают цепи подключения усилителя начала развертки и разряда времязадающих элементов. Времязадающий конденсатор Свр. быстро разряжается, возвращая потенциал затвора транзистора T12 к первоначальному уровню. При этом на выходе генератора пилообразного напряжения формируется положительный сигнал обратного хода, под действием которого диод D12 закрывается.

Когда потенциал эмиттера транзистора T11 в конце обратного хода развертки возвращается к начальному уровню, открывается диод D21 и создается цепь включения усилителя начала развертки, собранного на транзисторе T9. Сигнал с коллектора T9 через диод D18 поддерживает на катоде D23 постоянный уровень, который фиксирует максимальное значение пилообразного напряжения.

Схема мультивибратора восстановления развертки построена таким образом, что после закрытия диода D12 он не возвращается в исходное состояние. Это обусловлено тем, что диод D12 закрывается в начале обратного хода развертки. В то же время даже полное окончание обратного хода развертки не соответствует полному разряду всех элементов генератора. Поэтому между окончанием обратного хода развертки и началом следующего прямого хода дается выдержка (блокировка).

Транзистор T3 удерживается в открытом состоянии в течение времени, определяемого периодом блокировки, за который все цепи возвращаются в исходное состояние и генератор готов к формированию следующего прямого хода. Время блокировки определяется длительностью заряда блокировочного конденсатора Сбл. через резистор Rбл. от источника $+80$ В. Эти элементы, так же как и времязадающие, находятся в коммутаторе и их изменение происходит одновременно (времязадающих и блокировочных). В момент начала заряда, блокировочной емкости Сбл. диод D13 закрыт.

Как только напряжение на блокировочном конденсаторе повысится настолько, что откроет диод D13, положительный сигнал через D13 закроет транзистор T3 и напряжение на его коллекторе понизится. Ток через туннельный диод D10 увеличится и он будет подготовлен к запуску сигналом синхронизации. Время блокировки изменяется для различных скоростей разверток.

В начале каждого цикла развертки блокировочный конденсатор разряжается отрицательным импульсом, поступающим на диод D14 от коллектора транзистора T7.

На быстрых развертках ручка «СТАВ. В. Ч.» позволяет регулировать время блокировки в пределах $\pm 10\%$ для получения устойчивого изображения. Эта регулировка не влияет на изображение на низких скоростях развертки.

Если генератор развертки работает в режиме «Z», то на резистор R4 от переключателя B2 поступает напряжение минус 10 В. В этом случае питание автоматического мультивибратора осуществляется через диод D6, а через диод D8 на туннельный диод D10 подается ток подпитки. В таком режиме при отсутствии входного сигнала туннельный диод D10 переключается в «высоковольтное» состояние в момент закрытия транзистора T3. За счет этого обеспечивается автоколебательный режим работы генератора. При подаче входного сигнала срабатывает автоматический мультивибратор в схеме синхронизации и на диоде D6 появляется положительный потенциал. Под действием этого потенциала диод D8 закрывается, отключая тем самым ток подпитки с туннельного диода. В этом случае прекращается автоколебательный режим работы генератора. При этом переключение туннельного диода не происходит при возвращении мультивибратора восстановления в исходное состояние и запуск осуществляется по импульсам синхронизации, поступающим от трансформатора Tr1 из схемы синхронизации.

Таким образом, применение автоматического мультивибратора обеспечивает автоколебательный режим генератора при отсутствии синхронизирующих импульсов и ждущий режим генератора при наличии синхронизирующих импульсов.

5.2.53. Схема сравнения по длительности предназначена для управления работой схем выбора коэффициентов развертки. В эту схему входят:

- эмиттерный повторитель;
- генератора контрольных импульсов;
- электронный переключатель.

5.2.54. Генератор контрольных импульсов вырабатывает два положительных импульса, начало которых жестко связано с определенными моментами прямого хода развертки. Каждый контрольный импульс формируется отдельным триггером Шмидта. Первый триггер, собранный на U3, вырабатывает положительный импульс в момент времени $0,25t_{раз.}$ после начала развертки, а второй триггер (У4) вырабатывает положительный импульс в момент времени $0,7t_{раз.}$ от начала развертки ($t_{раз.}$ — длительность прямого хода развертки).

В зависимости от соотношения между длительностью строба сигнала и моментом появления контрольных импульсов возможны три случая. Если строб сигнала меньше $0,25t_{\text{разв.}}$, то на выходе обеих схем совпадения будет нулевой сигнал.

Если строб сигнала больше $0,25t_{\text{разв.}}$, но меньше $0,7t_{\text{разв.}}$, то на выходе D-триггера У5-1 будет единичный сигнал, а на выходе У5-2 — нулевой.

Если строб сигнала больше $0,7t_{\text{разв.}}$, то единичный сигнал появляется на выходе У5-2.

В момент начала прямого хода развертки оба триггера устанавливаются в исходное состояние импульсом, снимаемым с дифференцирующей цепочки R59, R60, C29. В исходном состоянии триггер на элементах У5-2 устанавливается в единичное состояние, а триггер на элементах У5-1 — в нулевой.

Сигналы с выхода триггеров поступают на формирователь импульсов управления. Формирователь собран на микросхемах У6 и У7 и позволяет осуществлять выбор коэффициентов развертки как в автоматическом, так и в ручном режимах. Выбор режима осуществляется переключателем В3, находящемся в положениях «» или «». В этом случае на вывод 3 обеих микросхем подается логическая единица, разрешающая работу в автоматическом режиме. Выдача информации с формирователя, при работе в автоматическом режиме, осуществляется в моменты обратного хода развертки. Для этого на вывод 2 подается импульс опроса, формируемый мультивибратором У1-2, У1-3, У1-4 из переднего фронта импульсов, блокировки, снимаемого с мультивибратора восстановления развертки через эмиттерный повторитель, собранный на транзисторе Т6.

Информация во время прямого хода развертки запоминается триггерами У5-1, У5-2, а во время обратного хода передается на схему автоматики Х. В зависимости от того, на каком из триггеров в момент опроса была единица, на выходных шинах увеличения или уменьшения коэффициента развертки появляются отрицательные импульсы.

При установке переключателя В2 в положение «» на ходы 3 У6, У7 подается нулевой сигнал, а на шину ручного управления — единичный. Работа формирователя в этом режиме аналогична ранее рассмотренному с той разницей, что вместо сигналов с триггеров действуют сигналы от переключателя В4 (кнопки «<» и «>»), а вместо импульсов опроса действуют импульсы, снимаемые с генератора импульсов ручного управления схемы автоматики У.

5.2.55. Схема автоматики Х предназначена для выбора коэффициентов развертки в тракте горизонтального отклонения в ручном, автоматическом и дистанционном режимах работы. Принципиальная схема автоматики Х приведена на чертеже И22.076.007 ЭЗ.

Автоматика Х содержит:

- реверсивный счетчик;
- ограничитель хода счетчика;
- дешифратор индикации.

5.2.56. С выхода формирователя импульсов управления, находящегося в генераторе развертки, на схему автоматики Х поступают отрицательные импульсы увеличения или уменьшения коэффициента развертки. Эти импульсы попадают на реверсивный счетчик. Счетчик обеспечивает изменение калиброванных коэффициентов развертки от 10 нс/дел до 500 мс/дел в отношении (1, 2, 5) · 10ⁿ. По причинам, рассмотренным в п. 5.2.22, счетчик разделен на две части, одна из которых имеет коэффициент деления 3, а другая — 8. Первый счетчик определяет значущую цифру (1, 2, 5), а второй — величину «п» в показателе степени числа 10.

Оба счетчика построены по реверсивной синхронной схеме на у-к триггерах со сложной входной логикой типа 133ТВ1. Для управления работой обоих счетчиков входные сигналы поступают на триггер реверса, собранный на элементах микросхемы У2 и на формирователь счетных импульсов, собранный на элементе У2-3. В зависимости от положения триггера реверса оба счетчика работают либо в режиме прямого, либо в режиме обратного счета.

Первый счетчик с коэффициентом деления 3 собран на триггерах У4 и У7. Для исключения одного лишнего состояния счетчика на микросхеме У5 построены две цепочки обратной связи, одна из которых работает при прямом, другая — при обратном счете.

Автоматический и ручной режимы работы первого счетчика несколько отличаются между собой. В ручном режиме счетчик считает как в прямом, так и в обратном направлениях, а в автоматическом — только в прямом. Сделано это для ускорения поиска нужного коэффициента развертки. Для этой цели используется микросхема У3. При обратном счете в ручном режиме она отключает счетные импульсы от первого счетчика. Поскольку счетчик синхронный, то для устранения влияния задержки счетных импульсов, вызванной элементами микросхемы У3, в счетную шину второго счетчика введена искусственная задержка на микросхеме У8.

Второй счетчик построен на триггерах У12, У13 и У16. Управление режимом счетчика осуществляется с помощью микросхем У11 и У15.

При отсутствии синхронизации из схемы генератора развертки по шине «Уст. 0,1 мс» поступает логический «0». Эта команда, поступая на соответствующие «R» и «S» входы триггеров счетчиков, принудительно устанавливает их в положение, соответствующее коду 0,1 мс/см.

5.2.57. Ограничитель хода счетчика собран на микросхеме У24 типа 1ЛР334. При достижении счетчиком состояния 500 мс/см на входах 1, 2, и 3 микросхемы У24 появляются «единицы». На выходе появляется «нуль» и все триггеры затормаживаются по входам «У» и «K», за исключением триггера У16, который тормозится предыдущей микросхемой У15. На микросхему У15 поступает инверсный сигнал с ограничителя хода счетчика. Инверсия осуществляется инвертором У22-3. Аналогично ограничитель работает в положении 10 нс/дел. Выход счетчика из заторможенного состояния осуществляется аналогично как и в схеме «Автоматика У».

5.2.58. Дешифратор индикации раздельно преобразует состояние каждого счетчика в код коэффициента развертки, который подается в коммутатор времязадающих элементов, автоматику Z и в устройство выбора знаков. Дешифратор кода значащей цифры построен на микросхеме У9. Код размерности коэффициента развертки образуется на микросхемах У17-У20.

Дистанционное управление дешифратором индикации осуществляется так же, как и в схеме «Автоматика У». По шине «Вкл. ДУХ» подается нулевой сигнал, за счет чего из выходов всех шин дешифратора появляется единичный сигнал. Для управления, в этом случае на выходные шины подаются команды управления в виде нулевых сигналов с разъема дистанционного управления.

5.2.59. Коммутатор предназначен для переключения времязадающих и блокировочных элементов, входящих в генератор развертки. Схема коммутатора приведена на чертеже И22.242.026 ЭЗ.

Коммутатор состоит из дешифратора команд, усилителей команд и электронных переключателей.

На вход дешифратора команд сигналы коэффициента развертки в виде кода значащих цифр и кода показателя степени числа 10 поступают с дешифратора индикации схемы автоматики X.

Дешифратор команд преобразует полученный код в код управления, который описывается рядом (1, 2, 5) · 10³. Формирование команд, определяющих величину значащей цифры, осуществляется микросхемой У1. При наличии команды на соответствующем выходе микросхем У2-У3 появляется единичный сигнал. Эти сигналы поступают на группу усилителей, собранных на транзисторах микросхем У4, У5 и на выходные контакты разъема для подачи на схему автоматики Z.

С коллекторов транзисторов микросхем У4, У5 выходные сигналы подаются на электронный переключатель времязадающих резисторов. Этот переключатель собран на микросхеме У8, представляющей электронный переключатель на основе полевых транзисторов с р-каналом и изолированным затвором типа 190КТ1 и двух транзисторов с р-каналом и изолированным затвором типа 2П304А (Т1, Т2).

Схема управления построена так, что при закрытом транзисторе усилителя на соответствующем затворе транзистора переключателя потенциал имеет величину порядка 25 В. Поскольку потенциал на общем истоке переключателя имеет ту же величину, что и на затворе, то полевой транзистор закрыт. При открывании транзистора усилителя потенциал на его коллекторе и на соответствующем затворе падает до нуля и полевой транзистор открывается. В этом случае во времязадающую цепь включается соответствующее количество резисторов. При включении растяжки в усилителе X для обеспечения увеличения скорости развертки точно в 10 раз приходится производить некоторую корректировку величины времязадающего резистора. Для обеспечения этой корректировки используются отдельные усилитель и переключатель, собранные на транзисторах У6 (2, 13, 14) и Т2. Сигнал управления растяжкой формируется микросхемой У1 (3, 1, 2) и подается на разъем для управления автоматикой Z и усилителем X. Этот сигнал появляется как при автоматическом, так и при ручном включении растяжки.

Общий исток всех транзисторов микросхемы У8 и Т1, Т2 переключается времязадающих резисторов подключен к резистору R17 (И22.048.005 ЭЗ лист 2), обеспечивающему плавное уменьшение напряжения. За счет чего обеспечивается плавное изменение коэффициента развертки не менее чем в 2,5 раза. Резистор R26 позволяет регулировать величину коэффициента развертки в калиброванном положении R17.

Формирование команд управления времязадающими конденсаторами осуществляется микросхемами У2 (11, 12, 13) и У3. Команды управления с этой микросхемы подаются на уси-

лители, собранные на микросхеме У9 и на выходной разъем для управления схемой автоматики Z.

При включении определенного конденсатора на соответствующий затвор полевых транзистора с п — каналом (Т4—Т8) подается нулевой потенциал. За счет этого транзистор открывается и времязадающий конденсатор подключается к входу генератора развертки. При отсутствии команды транзистор усилителя закрыт и потенциал минус 10 В поступает на затвор переключателя. В этом случае времязадающий конденсатор отключается от входа генератора пилообразного напряжения.

Формирование команд управления блокировочными конденсаторами осуществляется микросхемами У2-2 и У3. В качестве электронного переключателя блокировочных конденсаторов используются два транзистора микросхемы У7 и транзисторы микросхемы У6. В общую шину блокировочных конденсаторов включен времязадающий резистор R39, последовательно с которым включается переменный резистор R4 («СТАБ. ВЧ») блока синхронизации. Вторым концом резистор R4 подключен к источнику +80 В. За счет изменения величины этого резистора повышается стабильность изображения сигнала на экране ЭЛТ, если его частота превышает 10 МГц.

Зависимость величины времязадающих и блокировочных элементов от величины установленного коэффициента развертки приведена в табл. 2.

5.2.60. Калибратор амплитуд и длительности И22.085.022 Э3 собран на микросхеме У1 и транзисторе Т1. Микросхема У1, на базе которой собран генератор сигнала с частотой 1 кГц, представляет собой операционный усилитель. В качестве времязадающих элементов генератора используются резисторы R1—R4 и конденсатор C1. За счет изменения величины резистора R3 обеспечивается точная подстройка частоты генератора. С выхода генератора сигнал поступает на усилитель-ограничитель, построенный на транзисторе Т1. В коллектор этого транзистора включены нагрузочные резисторы, устанавливаемые непосредственно на выходных гнездах калибратора. Резисторы R8 и R9, установленные последовательно в цепи импульсов, служат для точной установки величины тока в нагрузке.

5.2.61. Усилитель X предназначен для формирования напряжений, обеспечивающих перемещение луча ЭЛТ по горизонтали. Усилитель X состоит из двух входных каскадов, фазоинвертора сигнала, фазоинвертора индикации, ограничителя амплитуд сигнала, диодного коммутатора со схемой управления и оконечного усилителя. Схема усилителя X приведена на чертеже И22.032.094 Э3.

Величины времязадающих и блокировочных элементов развертки

Таблица 2

Коэффициент развертки	Времязадающий резистор		Времязадающий конденсатор		Блокировочный конденсатор	
	позиционное обозначение	величина, МОм	поз. обозн.	величина, мкФ	поз. обозн.	величина, мкФ
500 мс/дел	R35—R37, R46	2,5	C9*	10,0	C19	10,0
200 мс/дел	R35, R46	1,0	C9	10,0	C19	10,0
100 мс/дел	R46	0,5	C9	10,0	C19	10,0
50 мс/дел	R35, R36, R46	2,5	C8*	1,0	C20	1,0
20 мс/дел	R35, R46	1,0	C8	1,0	C20	1,0
10 мс/дел	R46	0,5	C8	1,0	C20	1,0
5 мс/дел	R35—R37, R46	0,25	C7*	0,1	C21	0,1
2 мс/дел	R35, R46	0,1	C7	0,1	C21	0,1
1 мс/дел	R46	0,05	C7	0,1	C21	0,1
500 мкс/дел	R35—R37, R46	2,5	C29	0,01	C22	0,01
200 мкс/дел	R35, R46	1,0	C29	0,01	C22	0,01
100 мкс/дел	R46	0,5	C29	0,01	C22	0,01
50 мкс/дел	R35—R37, R46	0,25	C30, C31	0,001	C23	0,001
20 мкс/дел	R35, R46	0,1	C30, C31	0,001	C23	0,001
10 мкс/дел	R46	0,05	C30, C31	0,001	C23	0,001
5 мкс/дел	R35—R37, R46	2,5	C31, C24**	0,1·10 ⁻³	C24	0,1·10 ⁻³
2 мкс/дел	R35, R46	1,0	C31, C32	0,1·10 ⁻³	C24	0,1·10 ⁻³
1 мкс/дел	R46	0,5	C31, C32	0,1·10 ⁻³	C24	0,1·10 ⁻³
500 мс/дел	R33, R34, R45	0,25	C31, C32	0,1·10 ⁻³	C24	0,1·10 ⁻³
200 мс/дел	R33, R45	0,1	C31, C32	0,1·10 ⁻³	C24	0,1·10 ⁻³
100 мс/дел	R45	0,05	C31, C32	0,1·10 ⁻³	C24	0,1·10 ⁻³
50 мс/дел	R33, R34, R45, R47	0,25 3,3	C31, C32	0,1·10 ⁻³	C24	0,1·10 ⁻³
20 мс/дел	R33, R45, R47	0,1 3,3	C31, C32	0,1·10 ⁻³	C24	0,1·10 ⁻³
10 мс/дел	R45, R47	0,05 3,3	C31, C32	0,1·10 ⁻³	C24	0,1·10 ⁻³

Примечания:

1 Конденсаторы, отмеченные знаком *, установлены на шасси прибора; см. И22.048.005 Э3 лист 2.

2 Конденсатор, отмеченный знаком **, установлен в генераторе развертки, см. И22.081.020.

3 Фактическое значение величины времязадающих резисторов и конденсаторов может отличаться от приведенных расчетных значения ±1%, а блокировочных — на ±10%.

Входные каскады собраны на транзисторах Т1 и Т2 по схеме усилителя постоянного тока с общим эмиттером. Для повышения стабильности входных каскадов, каждый из них охвачен отрицательной обратной связью с помощью резисторов R12, R13. Общая схема коммутации сигналов построена так, что на входной каскад с транзистором Т2 может подаваться только внешний сигнал с предварительного усилителя X блока синхронизации, а на каскад Т1 — только пилообразное напряжение с генератора развертки. В этот же каскад, через развязывающие цепочки R4, C4 и R5, C6 подключены резисторы плавного и грубого перемещения изображения по горизонтали (R22, R23 <   >). Изменение положения достигается за счет изменения входного тока базы транзистора Т1 и соответствующего изменения режима всего усилителя по постоянному току.

С коллекторных нагрузок входных каскадов (резисторы R19, R20) сигналы поступают на фазоинвертор, преобразующий одноктактный входной сигнал в двухтактный. Фазоинвертор собран по симметричной схеме двухтактного усилителя с эмиттерной связью на транзисторах Т5, Т6. В состав элементов эмиттерной связи входят резисторы R32, R36, магнитоуправляемый контакт В1 и два резистора калибровки коэффициентов развертки при отклоненной и включенной растяжке (R35, R31 «», «»). При включении растяжки на базу транзистора У1-1(2) подается управляющий сигнал и через катушку электромагнита начинает протекать ток. Под действием магнитного поля электромагнита срабатывает магнитоуправляемый контакт В1, за счет этого в эмиттерную цепь фазоинвертора включаются дополнительно к резисторам R32, R31 (И22.048.005 Э3, лист 2) резисторы R35 и R36 (И22.048.005 Э3, лист 2). За счет этого коэффициент усиления фазоинвертора увеличивается в 10 раз, обеспечивая необходимую растяжку развертки.

С нагрузок фазоинвертора сигнал поступает на ограничитель амплитуд сигнала. Ограничитель собран на диодах Д4, Д9 и в него входят также диоды Д12, Д13 из схемы коммутатора. За счет диодов Д4, Д9 максимальный размах сигнала ограничивается на уровне порядка $\pm 0,35$ В. Диоды Д12 и Д13 защищают выходной каскад от чрезмерных изменений уровня, вызывающих насыщение транзисторов выходного каскада.

Сигналы индикации с устройства знаковой индикации поступают на вход фазоинвертора индикации. Этот фазоинвертор построен по схеме, аналогичной схеме фазоинвертора сигнала

на транзисторах Т3, Т4 и Т7, Т8. Регулировка усиления сигналов индикации осуществляется подбором резистора R61*.

Полезный сигнал, снимаемый с ограничителя амплитуд, и сигнал индикации, снимаемый с коллекторов фазоинвертора сигнала, поступают на диодный коммутатор, собранный на диодах Д2, Д3, Д5, Д6, Д10—Д13. Диодный коммутатор предназначен для прерывания развертки и выписки в момент этих разрывов символов индикации на экране ЭЛТ. Управление диодным коммутатором осуществляется по командам, поступающим от устройства знаковой индикации («ЗАПРЕТ СИГН. Х»). В момент подачи команды «ЗАПРЕТ СИГНАЛА» на фазоинвертор индикации поступает ступенчатый сигнал, несущий информацию о форме знака и его месте на экране. Управление коммутатором осуществляется двумя усилительными каскадами, собранными на транзисторах У1-2 и У1-3.

Выход диодного коммутатора соединяется с оконечным усилителем, собранным на транзисторах Т9—Т12. Каждое плечо усилителя можно рассматривать как одноктактный усилитель с обратной связью, усиливающий входной токовый сигнал до величин, достаточной для отклонения луча ЭЛТ на полный экран. Для увеличения входного сопротивления каскада транзисторы Т9 и Т10 включены по схеме эмиттерных повторителей. Обеспечение требуемой стабильности усилителя достигается включением резисторов обратной связи R52 и R55. В коллекторную цепь транзисторов Т11, Т12 последовательно с резисторами включены катушки L3, L4, обеспечивающие коррекцию частотной характеристики в области высоких частот; кроме того, коррекция частотной характеристики усилителя в том же диапазоне частот осуществляется конденсаторами C14, C15, C16, C17, включенными параллельно резисторам обратной связи. Эти конденсаторы обеспечивают получение высокой линейности при быстрых развертках.

Выходной каскад питается от двух разных источников: $+80$ и $+160$ В. В обычном режиме напряжение $+150$ В через контакты кнопки В1 «ПОИСК ЛУЧА» поступает на резистор R20 и обеспечивает питание каскада. Напряжение $+80$ В не проходит на каскад ввиду того, что диод Д12 закрыт большим обратным напряжением.

Когда кнопка «ПОИСК ЛУЧА» нажата, питание от источника $+150$ В прекращается и каскад запитывается от источника $+80$ В через R24, Д1. С уменьшением напряжения источника питания уменьшается ток выходного каскада и, соответственно, величина выходного напряжения. За счет этого изображение сигнала, независимо от его величины и положения резисторов перемещения луча по горизонтали, возвращается

в пределы рабочей части экрана ЭЛТ. Резистор R1, подключаемый кнопкой «ПОИСК ЛУЧА» к источнику +150 В, служит нагрузкой, компенсирующей отключение выходного каскада.

5.2.62. Устройство управления яркостью луча предназначено для обеспечения раздельной регулировки яркости изображения исследуемых сигналов и символов индикации, гашения луча во время обратного хода развертки и автоматической подрегулировки яркости изображения при изменении скважности развертки. В состав устройства управления яркостью входят усилитель Z и автоматика Z.

5.2.63. При помощи усилителя Z осуществляется управление яркостью и подсветом луча электронно-лучевой трубки. Различные сигналы, поступающие на вход усилителя, преобразуются в импульсы, с помощью которых увеличивается и уменьшается яркость луча, полностью гасится изображение или отдельные его участки. Усилитель Z содержит два входных каскада, промежуточный эмиттерный повторитель, усилитель и выходной эмиттерный повторитель.

Оба входных каскада собраны по схеме усилителя с общей базой на транзисторах T3 и T4, причем каскад на транзисторе T3 осуществляет управление яркостью изображения сигнала, а каскад на транзисторе T4 — управление яркостью изображения символов индикации. Оба этих каскада работают попеременно на общую нагрузку — резистор R16. Переключение каскадов осуществляется транзисторами T1, T2, которые управляют положительными импульсами гашения сигнала и гашения индикации, поступающими из устройства знаковой индикации.

На входной каскад управления яркостью изображения сигнала поступают:

- отрицательный импульс подсвета прямого хода развертки;
- отрицательный импульс подрегулировки яркости;
- сигнал от внешнего входа « Z».

Потенциометр « СИГН.» (R11 И22.048.005 Э3 лист 1), подключенный между источником +10 В и землей, изменяет средний ток через транзистор T3. При уменьшении потенциала на средней точке потенциометра нарастает ток, поступающий через резистор R13, и тем самым увеличивается яркость изображения сигнала. Поскольку импульсы управления отрицательные, то под действием этих импульсов ток в транзисторе T3 возрастает и вызывает возрастание яркости.

На входной каскад управления яркостью изображения символов индикации поступает импульс подсвета индикации. Потенциометр « ИИД.» (R10 И22.048.005 Э3 лист 1) включен так же как и R11 и работает аналогично.

С общей нагрузки входных каскадов импульсы подсвета через эмиттерный повторитель, собранный на транзисторе T5, поступают на усилитель T6. В цепи эмиттерного повторителя T5 включены два защитных диода D2 и D3.

Если ток через один из транзисторов имеет среднюю величину, то сигнал, пройдя через эмиттерный повторитель, сдвигается на минус 0,7 В по уровню и, с учетом аналогичного сдвига уровня на диоде D2, разность потенциалов, приложенная к диоду D3, равна нулю. В этом случае диод D3 будет закрыт, а диод D2 — открыт. Если теперь ток входного каскада при уменьшении яркости станет уменьшаться, то при некотором его значении положительный потенциал на катоде D2 возрастет настолько, что диод закрывается, а диод D3 открывается. За счет этого транзисторы T5 и T6 предохраняются от пробоя.

Каскады T5 и T6 охвачены общей цепочкой отрицательной обратной связи в виде резистора R19. Конденсаторы C3 и C5, включенные параллельно резистору обратной связи, обеспечивают коррекцию частотной характеристики в области высоких частот.

С нагрузки усилителя T6 положительные импульсы подсвета поступают на выходной эмиттерный повторитель, собранный на транзисторе T7. Для предохранения этого транзистора от пробоя большими токами питающее напряжение в коллекторе его ограничивается стабилизатором D5 на уровне +95 В. Диод D4 защищает транзистор от пробоя отрицательным напряжением по базе и в то же время способствует лучшей передаче отрицательных фронтов импульса на выход. В выходную цепь эмиттерного повторителя T7 включены три высоковольтных диода D6—D8 типа МД218А. Суммарная величина обратного напряжения этих диодов равна 3600 В. Поэтому в случае пробоя на землю вывода минус 3030 В возникающее при этом напряжение +3030 В запирает диоды D6—D8 и тем самым транзисторы усилителя предохраняются от пробоя.

Внешний сигнал управления яркостью, поступающий на гнездо « Z», проходит одновременно по двум цепям: низкочастотная часть сигнала через усилитель Z поступает на модулятор ЭЛТ, а высокочастотная часть сигнала, через цепочку R C проходит непосредственно на катод ЭЛТ. За счет такого

построения сигнала яркостная модуляция от внешнего сигнала обеспечивается в диапазоне частот от 0 до 50 МГц.

5.2.64. Автоматика Z предназначена для подрегулировки яркости изображения сигнала при изменении скважности развертки. В схему автоматики Z входят усилители команд управления времязадающими резисторами и конденсаторами, три ключевых схемы, генератор пилообразного напряжения и схема сдвига уровня. Принципиальная схема автоматики Z приведена на чертеже И22.070.122 Э3.

Генератор пилообразного напряжения состоит из истокового повторителя, собранного на полевом транзисторе Т2, усилителя, собранного на транзисторе У6-1, и эмиттерного повторителя, собранного на транзисторе У6-2 (14, 2, 13).

Истоковый повторитель на транзисторе Т2 предназначен для обеспечения высокого входного сопротивления генератора. Резисторы R39 и R40 обеспечивают регулировку начального уровня на базе усилителя.

Синхронизация генератора пилообразного напряжения осуществляется импульсами, формируемыми генератором развертки. Во время действия импульса блокировки срабатывает ключевая схема, собранная на транзисторе У3-2 (4, 12, 3), и транзистор У3 (4, 12, 3) открывается. При открывании транзистора У3 (4, 12, 3) происходит разряд времязадающих элементов генератора и уровень на его выходе устанавливается равным $+10$ В (эмиттер У6-2).

Одновременно с импульсом блокировки на схему поступает строб развертки, который поступает на усилитель зарядного ключа. Этот усилитель собран на транзисторе У3-1 (14, 2, 13) и управляет ключами, выполненными на микросхемах У1, У2. Под действием стоба развертки транзистор У3-1 открывается и подключает группу ключей, управляющих электронным коммутатором времязадающих резисторов. Однако формирование пилообразного напряжения начинается только по окончании импульса блокировки.

Если генератор развертки работает в автоколебательном режиме, то длительность интервала времени между окончанием одного прямого хода развертки и началом следующего равна длительности импульса блокировки. В этом случае зарядный ключ У3-2 (4, 13, 3) и зарядный ключ У3-1 работают синхронно и уровень на выходе генератора не изменяется.

При переходе генератора развертки из автоколебательного в ждущий режим работы длительность интервала между окончанием одного прямого хода развертки и началом следующего становится больше длительности импульса блокировки. В этом

случае от момента окончания импульса блокировки до начала следующего прямого хода развертки происходит заряд времязадающего конденсатора через времязадающие резисторы. Под действием этого заряда потенциал на выходе генератора начинает уменьшаться по линейному закону. В момент начала прямого хода развертки зарядный ключ под действием стоба развертки размыкается и на выходе генератора фиксируется достигнутый потенциал. По окончании прямого хода развертки вновь срабатывают разрядный и зарядный ключи и, по окончании импульса блокировки, 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 хода 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 автоматики Z производится одновременно по одним и тем же командам, формируемым дешифратором команд коммутатора. Код управления описывается рядом (1, 2, 5) · 10⁴. Изменения значущих цифр в коде преобразуются в изменение величины времязадающего резистора, а изменение показателя степени — в изменение времязадающих конденсаторов.

Код значущих цифр поступает на группу усилителей, собранных на транзисторах микросхем У1 и У2. С коллектора 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 закрытию. Если поступает команда, то

Величины времязадающих элементов в автоматике Z.

Коэффициент развертки	Времязадающий резистор		Времязадающий конденсатор		Примечание
	позиционное обозначение	величина, МОм	позиционное обозначение	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	0,05	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	R32	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 $\pm 10\%$.

ма выбора знаков И23.085.099 и генератор знаков И23.054.012. Схемы этих плат приведены на чертежах И23.085.099 ЭЗ и И23.054.012 ЭЗ.

В генератор знаков входят:

- генератор тактовых импульсов;
- генератор опросных импульсов;
- распределитель импульсов;
- магнитная матрица;

открывается транзистор усилителя, на его коллекторе потенциал падает до нуля и открывается полевой транзистор, подключающий 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, в 60 раз больше соответствующей величины, включаемой коммутаторами. Поскольку при самых медленных развертках (10, 20, 50, 100, 200, 500 мс/см) луч на экране ЭЛТ виден как движущая 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. 3. Поскольку наблюдается некоторое уменьшение яркости луча при переключении скорости развертки и включения растяжки, в схему введена подрегулировка, выполненная на операционном усилителе У7.

С выхода генератора пилообразного напряжения сигнал поступает на ключевую схему, собранную на транзисторах У6 (4, 12, 3) и У6 (11, 5, 10). Управление ключевой схемой осуществляется отрицательным стробом развертки. При отсутствии строба развертки транзистор У6 (4, 12, 3) открыт и тем самым база транзистора У6 (11, 5, 10) находится под потенциалом $+0,3$ В. Транзистор У6 (4, 12, 3) закрыт и потенциал на его коллекторе равен $+10$ В. В это время происходит заряд времязадающих элементов генератора пилообразного напряжения. Когда приходит строб развертки, зарядный ключ размыкается, а база транзистора У6 (4, 12, 3) подключается к источнику $+10$ В. Транзистор У6 (4, 12, 3) открывается и на его коллекторе появляется отрицательный импульс, амплитуда которого пропорциональна величине потенциала, зафиксированного на выходе генератора. Этот импульс через резистор R54 передается на усилитель Z для автоматической подрегулировки яркости. Чем больше скважность развертки, тем больше будет амплитуда импульса и тем больше амплитуда импульса подсвета, формируемого усилителем Z.

Б.2.65. Устройство знаковой индикации формирует сигналы, с помощью которых осуществляется выписка знаков на экране ЭЛТ. В устройство знаковой индикации входят две платы; схе-

- формирователь импульсов подсвета;
- генератор ступенчатого напряжения;
- схемы фиксации уровня сигнала индикации Y .

Генератор тактовых импульсов, расположенный в схеме устройства выбора знаков, содержит самоходный мультивибратор, собранный на элементах $Y21$ и транзистора $T1$. Временязадающим элементом этого мультивибратора является конденсатор $C7$ и резистор $R1$, а частота колебаний составляет 100—200 Гц.

Для формирования тактовых импульсов используется R-S триггер, собранный на элементах $Y24-1$ и $Y24-2$. С выходов этого триггера снимается импульс, запрещающий прохождение основных сигналов в трактах вертикального и горизонтального отклонения на время выписки знаков индикации и запускающий генератор опросных импульсов. Управление триггером тактового генератора построено так, что установка его в единичное состояние производится отрицательным фронтом импульса мультивибратора, а возврат — последним импульсом серии, формируемым распределителем импульсов. За счет этого длительность тактового импульса всегда равна времени выписки одного слова индикации.

Как указывалось в п. 5.1.5., цифры и буквы строятся с помощью фигур Лиссажу. Для упрощения схем и сокращения объема оборудования используется метод кусочно-линейной аппроксимации нормализованных форм знаков. В данной схеме каждый знак разбивается на 9 характерных точек. Если на изображение знака нанести координатные оси, то каждый знак можно охарактеризовать координатами 9-ти точек.

Для воспроизведения знака достаточно того, 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 импульсы (рис. 20) таким образом.

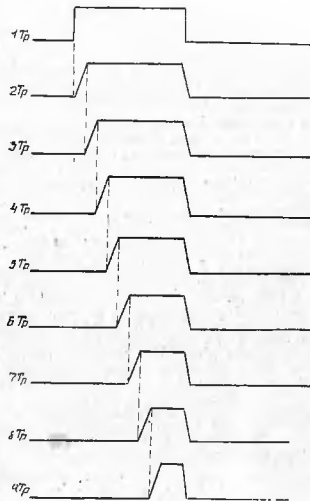


Рис. 20. Опросные импульсы

что с окончанием переднего фронта предыдущего импульса начинается фронт последующего. За счет этого достигается непрерывное перемещение луча от точки к точке. Генератор опросных импульсов состоит из формирователя пилообразного напряжения, собранного на микросхеме $Y8-2$, R-S триггера $Y16-1$, опорного мультивибратора $Y24-3$ и $Y24-4$ (в схеме устройства выбора знаков), ключа на транзисторе $Y15-3$ и 9-ти

усилителей У8—У14. С началом тактового импульса запускается опорный мультивибратор, период которого приблизительно равен 18 мкс и определяется конденсатором С9. Пролетифференцированные отрицательные импульсы этого мультивибратора перебрасывают R—S триггер в состояние «1». Инверсный сигнал этого триггера закрывает диод Д12. Транзистор У8-2 (3, 4, 12) открывается, а конденсаторы С8, С9 через печку R40, Д12 разряжаются.

После этого начинается перезаряд времязадающих конденсаторов С8, С9 через времязадающий резистор R11. По мере перезаряда уменьшается потенциал базы транзистора У8-2 (3, 4, 12) и соответственно возрастает потенциал его коллектора. Ввиду того, что конденсаторы С8, С9 включены между базой и коллектором транзистора, то эта схема работает в режиме интегрирующего усилителя, формирующего линейно нарастающее напряжение. пилообразное напряжение с коллектора усилителя подается на печку резисторов R42, R61—R69, образующих последовательный делитель. Нижний конец этого делителя подключен к источнику тока на транзисторе У15-2. За счет такого включения пилообразное напряжение с выхода У8-2 (3, 4, 12) сдвигается каждым из резисторов R...R69 в область отрицательных напряжений на величину порядка 0,5 В. За счет этого потенциал базы ключа У15-1 в исходном состоянии равен минус 4—4,5 В. Возрастающее пилообразное напряжение с коллектора транзистора У8-2 (3, 4, 12) поступает на базу ключа У15-1. Потенциал эмиттера этого транзистора зафиксирован на уровне минус 0,7 В диодом Д11. Как только потенциал базы повысится до 0, ключ У15-1 открывается и перебрасывает R—S триггер в исходное состояние. С приходом следующего импульса опорного мультивибратора весь цикл повторяется. Таким образом, в течение тактового импульса формируется несколько пилообразных импульсов (рис. 21).



Рис. 21. Формирование пилообразных импульсов.

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

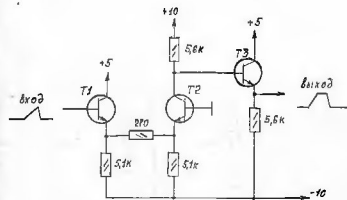


Рис. 22. Дифференциальный усилитель.

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 трапециевидный 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 трапециевидные импульсы, входы усилителей подключены к генератору пилообразного напряжения через последовательный делитель R42, R61—R69.

Распределитель импульсов, расположенный в схеме устройства выбора знаков, построен на трех триггерах У22, У23 и представляет собой последовательный делитель на 8. Дешифратор распределителя импульсов на микросхемах У25—У28 управляет схемой выбора знаков.

При поступлении 8-го импульса с R—S триггера генератора опросных импульсов отрицательный импульс со схемы ЗИ-НЕ У25-1 перебрасывает триггер тактовых импульсов в исходное состояние.

Формирование импульсов подсвета знаков в каждом слове осуществляется I—К триггером У17. Запуск триггера производится передним фронтом импульса, снимаемого с R—S триггера У16-1; а остановка — импульсом, снимаемым с коллектора У15-1.

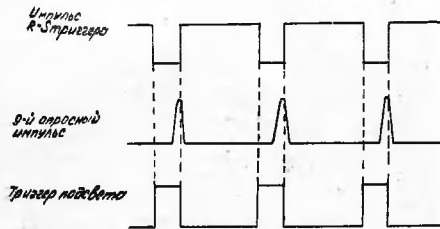


Рис. 23. Диаграмма работы триггера У19

Для работы триггера кроме сигналов, поданных для запуска и остановки, на вход 2 необходимо подать с магнитной матрицы сигнал разрешения импульса подсвета.

При подключении какой-либо считывающей обмотки на выходе У1 или У2 появляется «0». Этот сигнал через считывающую обмотку передается на вход инвертора У16-2. На выходе инвертора У16-2 появляется «1» и разрешается работа триггера У17.

Если в данный промежуток времени никакой символ не включается, то на выходе У15-2 будет «0», т. е. триггер У17 будет установлен в положении «1», и импульсы по I—K входам его состояние не изменят. Необходимость этого вызвана способом построения слов.

Генератор ступенчатого напряжения представляет собой цифроаналоговый преобразователь по принципу поразрядного взвешивания. Он построен на триггерах У18, У19 и резисторах R80, R85, R90. Если в слове на первом месте был символ, то после окончания импульса подсвета генератор ступенчатого напряжения переходит в следующее состояние, т. е. создает сдвигающее напряжение по координате X для следующего символа. Если в слове на каком-то месте символа нет, то счетчик не меняет своего состояния. Таким образом, символы в словах на экране ЭЛТ следуют друг за другом без пропусков. После окончания формирования слова на триггеры генератора ступенчатого напряжения поступает импульс сброса с распределителя импульсов. При помощи триггера У23-2 и резистора R6

в схеме устройства выбора знаков формируется большая ступенька для отделения двух слов. Управляется этот триггер по счетному входу тактовыми импульсами, поэтому за первый такт выписывается первое слово, за последующий — второе.

Схема фиксации уровня сигнала индикации У обеспечивает установку слов в верхнем делении экрана ЭЛТ. Ниже приведена принципиальная схема, обеспечивающая введение постоянной составляющей для напряжений сигналов индикации У.

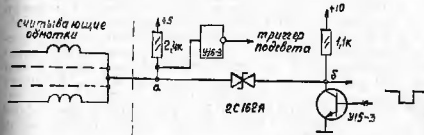


Рис. 24. Схема фиксации уровня сигнала индикации У.

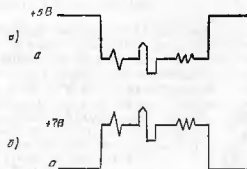


Рис. 25. Диаграммы напряжений, поясняющие работу схемы фиксации уровня.

Транзистор У15-4 управляется отрицательным тактовым импульсом и в отсутствие индикации закорачивает сигнальный провод, идущий в оконечный усилитель У.

5.2.66. Схема выбора знаков обеспечивает подключение в нужные моменты времени определенных считывающих обмоток. Информация о коэффициенте отклонения и коэффициенте развертки поступает соответственно от схем автоматики У и X.

Таблица 4

Сигналы нарушения калибровки и сигналы значущих цифр поступают на микросхемы 2-ИИ-2ИЛИ-НЕ У16 и У17 и в зависимости от состояния шин «слово У» и «слово Х» выдают на шинах «ВКЛ.», «ВКЛ 1», «ВКЛ 2» и «ВКЛ 5» команды «1» в схему генератора знаков для включения соответствующих считывающих обмоток магнитной матрицы. От распределителя импульсов в схеме генератора знаков поступает первый импульс, а если из схемы устройства выбора знаков поступает «1» по шине «ВКЛ.», то на первом месте выписывается знак «>». При переключении распределителя импульсов разрешение поступает на второе место и выписывается значущая цифра 1, 2 или 5. При последующем переключении распределителя проверяется наличие «0» в слове на третьем месте. Например, в слове $>5\text{mS}$ «0» отсутствует на третьем месте. В слове $>10\text{ mV}$ «0» отсутствует на четвертом месте. В слове $>100\text{ mV}$ символы есть на всех шести местах. Наличие нулей в словах в дешифраторе У определяется микросхемами У12-1 и У9-4. Причем У12-1 определяет «0» на третьем месте, а У9-4 — на четвертом.

Нижней половиной микросхемы У18 определяется наличие дольной приставки «m» в слове. Разрешение на выписку пятого места в слове поступает на микросхемы, коммутирующие считывающие обмотки символов «m», «ц» и «п», непосредственно с распределителя импульсов.

Аналогично построен дешифратор слова Х. Наличие «0» на третьем месте определяется верхней половиной микросхемы У14, нуля на четвертом месте — нижней половиной той же микросхемы. Наличие в слове дольных приставок «m», «ц» или «п» определяется микросхемами У19 и У20. Если канал горизонтального отклонения работает в режиме внешнего входа Х, то может быть только два коэффициента отклонения 500 mV и 5 V. В соответствии с этим от переключателя внешнего входа поступают команды на микросхемы У12-3 и У14. Микросхемой У12-2 включается значущая цифра «5», а У14-одни или два нуля после значущей цифры и приставки «m». Чтобы в это же время не выписывался коэффициент развертки, в автоматикку тракта Х на шину «ВКЛ. ДУ» подается «0» и она отключается от знаковой индикации.

5.2.67. Основные электрические данные источников питания приведены в таблице 4.

Напряжение питающей сети поступает на понижающий трансформатор Тр (И22.048.005 Э3), с вторичных обмоток которого переменные напряжения подводятся на ряд выпрямителей, расположенных на плате У22 (И23.215.126 Э3. Выпрямители, питающие стабилизаторы +5, микс 10, +10, +27 В,

Номинальное выходное напряжение, В	Ток нагрузки, А	Коэффициент стабилизации	Напряжение пульсаций, В	Примечание
+5	1,1	100	0,002	Питание преобразователя высоковольтного И23.211.028. Под потенциалом микс 2950 В.
+10	0,55	1000	0,002	
+80	0,15	1000	0,005	
+150	0,1	2	1,5	
+200	0,002	—	2,5	
-10	0,75	1000	0,002	
-2950	0,0008	20	0,75	
-3030	0,0001	20	0,75	
+9000	0,00005	10	20	
+27	0,6	10	—	
6,3	0,3	—	—	

выполнены по двухполупериодной схеме со средней точкой на диодах Д1 и Д2, Д3 и Д4, Д14 и Д15, Т16 и Т17 соответственно. Выпрямители, питающие стабилизатор +80 В и источник +150 В, выполнены по мостовой схеме на диодах Д5—Д8, Д9—Д12 соответственно. Выпрямитель, питающий источник +200 В, выполнен по однополупериодной схеме на диоде Д13. Конденсаторы С2—С5, С8, С9, включенные параллельно вторичным обмоткам трансформатора Тр, и конденсаторы С20, С21 (И22.048.005 Э3), включенные параллельно первичной обмотке трансформатора Тр, препятствуют прохождению высокочастотных наводок, создаваемых осциллографом в питающую сеть.

Все выпрямленные напряжения фильтруются емкостными фильтрами — конденсаторы С12, С13, С14, С15, С18, С19, С22, С23 (И22.048.005 Э3) и подводятся на стабилизаторы постоянного напряжения и нагрузки.

5.2.68. Транзистор Т7 (И22.048.005 Э3) и элементы, расположенные на плате У25 (И23.233.122 Э3), входят в состав стабилизатора +10 В. Транзистор Т7 — регулирующий, транзистор матрицы 2ТС613А (выводы 5, 6, 7) — составной, транзистор матрицы 2ТС613А (выводы 8, 9, 10 и 12, 13, 14) — дифферен-

пальный усилитель, транзистор матрицы 2ТС613А (выводы 1, 2, 3) и резистор R8 входят в схему защиты стабилизатора +10 В от перегрузок и коротких замыканий на его выходе. Опорное напряжение стабилизатора снимается со стабилитрона Д1, питание которого осуществляется с выхода стабилизатора через резистор R5. Конденсаторы С1-С3 предупреждают самовозбуждение стабилизатора. Потенциометром R7 можно регулировать выходное напряжение стабилизатора в пределах 9—11 В.

При увеличении напряжения питающей сети напряжение на выходе стабилизатора +10 В начинает увеличиваться. При этом возрастает отрицательный потенциал на базе транзистора матрицы 2ТС613А (вывод 8) и он частично закрывается. Ток его коллектора уменьшается, уменьшая положительный потенциал на резисторе R3. Транзистор матрицы 2ТС613А (выводы 12, 13, 14) частично открывается, ток его коллектора возрастает 5, 6, 7). Этот транзистор, а также транзистор Т7 частично закрываются. Падение напряжения между коллектором и эмиттером транзистора Т7 возрастает, оставляя неизменным выходное напряжение стабилизатора. Схема работает аналогично при уменьшении напряжения питающей сети, а также изменении тока нагрузки стабилизатора +10 В. При коротком замыкании или перегрузке на выходе стабилизатора +10 В возрастает ток через резистор R2. Напряжение на нем увеличивается и при достижении определенной величины открывается транзистор матрицы 2ТС613А (выводы 1, 2, 3).

Ток его коллектора возрастает, закрывая составной и регулирующий транзисторы стабилизатора. Напряжение на выходе стабилизатора уменьшается до нуля. Ток через регулирующий транзистор Т7 увеличивается незначительно.

5.2.69. Транзистор Т2 (И22.048.005 Э3) и элементы, расположенные на плате И23.233.122 Э3), входят в состав стабилизатора минус 10 В. Напряжение минус 10 В является опорным для стабилизатора +5 В. Схемы стабилизаторов +10 В и минус 10 В идентичны.

5.2.70. Транзистор Т1 (И22.048.005 Э3) и элементы, расположенные на плате У21 (И23.233.124 Э3) входят в состав стабилизатора +5 В.

Транзистор Т1 — регулирующий, транзисторы матрицы 2ТС613А (выводы 5, 6, 7 и 1, 2, 3) — составные, транзистор матрицы 2ТС613А (выводы 8, 9, 10) — усилитель напряжения обратной связи, резистор R5, транзистор матрицы 2ТС613А (выводы 12, 13, 14), диод Д1 входят в схему защиты стабилизатора +5 В от перегрузок и коротких замыканий на его вы-

ходе. Конденсаторы С1, С3 предупреждают самовозбуждения стабилизатора. Конденсатор С2 служит для уменьшения пульсаций на выходе стабилизатора, передавая их на базу усилительного транзистора без деления. Диод Д2 — термокомпенсирующий и служит для уменьшения изменения выходного напряжения стабилизатора от изменения температуры окружающей среды. Выходное напряжение стабилизатора можно регулировать потенциометром R7 в пределах 4,5—5,5 В.

5.2.71. Транзисторы Т3—Т6, диод Д2, конденсаторы С15, С16, расположенные на И22.048.005 Э3, резистор R5 (У22) и элементы, расположенные на плате У24 (И23.233.123-01 Э3), входят в состав стабилизатора +80 В. Транзисторы Т5, Т6 — регулирующие, транзисторы Т3, Т4 Т1 (У24) — составные, транзистор Т3 (У24) — усилитель напряжения обратной связи, транзистор Т2 (У24), резисторы R2 (У24), R3 (У24), R12 (У24), диод Д4 (У24) входят в состав схемы защиты стабилизатора +80 В от перегрузок. Опорное напряжение стабилизатора снимается со стабилитронов Д1 (У24), Д2 (У24). Источник подпитки стабилизатора +80 В выполнен на стабилитроне Д3 (У24) и резисторе R11 (У24). Схема стабилизатора +80 В выполнена так, что при изменении напряжения питающей сети на $\pm 10\%$ от номинала работают транзисторы Т4, Т6, транзисторы Т3, Т5 полностью открыты, стабилитрон Д2 закрыт, а при перегрузке на выходе стабилизатора транзисторы Т3, Т5 закрываются, входное напряжение равномерно распределяется между транзисторами Т5 и Т6, стабилитрон Д2 начинает стабилизировать и ограничивает напряжение на транзисторе Т6. Выходное напряжение стабилизатора можно регулировать потенциометром R9 (У24) в пределах 75—85 В. Напряжение +80 В суммируется с напряжением на конденсаторе С19 (И22.048.005 Э3). Эта сумма равна ± 150 В. Предохранитель Пр1 защищает источник +150 В от перегрузок на его выходе.

5.2.72. В стабилизаторе +27 В, расположенном на И22.048.005 Э3, транзистор Т8 — регулирующий, Т9 — составной. Опорное напряжение стабилизатора снимается с регулируемого делителя напряжения, состоящего из резисторов R29—R31, питание которого осуществляется напряжением +80 В.

5.2.73. Преобразователь высоковольтный, изображенный на схеме И23.211.028 (У26), обеспечивает питающими напряжениями электронно-лучевую трубку. Входные напряжения преобразователя +27, +10, +80, минус 10 В, выходные напряжения — минус 2,95, 3,03, плюс 9 кВ. В преобразователе

транзистор Т1 и подсоединенная к нему схема образуют генератор, вырабатывающий синусоидальное напряжение частотой 18—40 кГц. Транзистор Т1 кроме функций генератора выполняет функции регулятора. Он поддерживает постоянным напряжение на первичной и вторичных обмотках трансформатора Тр1 при изменении напряжения +27В. При увеличении напряжения +27 В увеличивается напряжение минус 2,95 кВ.

Через делитель R1—R12 (У2), R1 (У1), R2 (У1) часть этого напряжения прикладывается к транзисторам Т1 (У1), Т2 (У1). Они частично закрываются, частично открывая транзистор Т3 (У1). Транзистор Т4 (У1) частично закрывается, уменьшая между коллектором и эмиттером его увеличивается, уменьшая базовый ток транзистора Т1, и он частично закрывается, оставляя неизменным напряжение на первичной и вторичных обмотках трансформатора Тр1. Стабилизация напряжения минус 2,95 кВ осуществляется также при уменьшении напряжения +27 В и изменении тока нагрузки. Стабилизация напряжений +9 и —3,03 кВ осуществляется при изменении напряжения +27 В. Регулировка всех выходных напряжений преобразователя осуществляется потенциометром R1 (У1), а напряжения —3,03 кВ — дополнительно потенциометром R1.

Выпрямитель минус 2,95 кВ выполнен на диодах Д1, Д2 (У2) по однополупериодной схеме с удвоением напряжения. Выпрямленное напряжение фильтруется RC — фильтром-резистор R13 (У2), конденсаторы С2—С4 (У2). Выпрямитель минус 3,03 кВ выполнен аналогично. Выпрямитель +9 кВ выполнен по однополупериодной схеме с пятикратным умножением напряжения на диодах Д1—Д5 (У4) и конденсаторах С1—С5 (У4). Умноженное напряжение фильтруется RC — фильтром — резистор R1 (У4), конденсатор С6 (У4).

5.3. Конструкция прибора

Прибор выполнен в малогабаритном корпусе, состоящем из двух несущих одинаковых литых рам (передней и задней), соединенных между собой двумя стяжками. В приборе имеются передняя и задняя панели, которые крепятся к соответствующим рамкам. Сверху и снизу каркас закрывается легкосъемными. П-образными крышками, которые крепятся к боковым стяжкам специальными винтами-замками.

Для переноса прибора служит специальная ручка. При эксплуатации прибор можно устанавливать на ножки в горизонтальное и вертикальное положение, а также в желаемое наклонное положение, удобное оператору, с помощью ручки переноса, используемой в данном случае в качестве фикса-

рованной опоры. Для установки в наклонное положение необходимо одновременно с двух сторон нажать (по направлению к каркасу на фиксаторы ручки и повернуть ее в нужное положение.

Конструкция прибора представляет собой базовый блок и ряд сочленяющихся с ним узлов и блоков. Основные органы управления и подсоединения прибора выведены на переднюю панель, сгруппированы в функциональные группы и снабжены соответствующими надписями или символами. (Приложение 1, рис. 1).

ЭЛТ расположена в левой верхней части корпуса и находится в экране из пермаллоя. В экране также находятся отклоняющие катушки и хомут для крепления в нем ЭЛТ. ЭЛТ с экраном, каркасом и светопроводами представляет собой узел, который в случае необходимости замены ЭЛТ можно снять, для чего необходимо (Приложение 1, рис. 3):

- открутить винты крепления платы «УСИЛИТЕЛЬ X» и откинуть плату;

- открутить два винта, крепящие каркас к стойкам, установленным на передней панели;

- открутить винт, стягивающий хомут крепления экрана на задней стенке;

- снять панельку с цоколя ЭЛТ, высоковольтный контакт и контакты с выводов пластин;

- подвинуть экран с ЭЛТ в направлении задней панели и вынуть;

- открутить винт, стягивающий хомут крепления ЭЛТ в экране;

- открутить винты крепления экрана к каркасу;

- вынуть ЭЛТ с экрана;

В приборе имеются три съемных блока:

- блок вертикального отклонения;

- блок синхронизации;

- преобразователь высоковольтный.

Блок вертикального отклонения размещен в левой нижней части прибора и подсоединен к базе с помощью разъема. (Приложение 1, рис. 4, рис. 8).

Блок синхронизации размещен в правой нижней части* прибора и подсоединяется к базе с помощью разъема. (Приложение 1, рис. 4, рис. 9).

Высоковольтный преобразователь выполнен функционально законченным блоком и размещается в нижней задней части корпуса под ЭЛТ.

На задней панели прибора (Приложение 1 рис. рис. 6 и

рис. 7) установлены: разъем для подключения кабеля питания, держатель предохранителя, тумблер переключения напряжения сети 220 В, 50, 400 Гц, 115 В, 400 Гц, гнездо $\oplus Z$, гнезда контроля напряжений компенсации — « $U_{комп.ос.}$ » «1»; разъем для подключения дистанционного управления «ДУ»; счетчик времени наработки прибора (ЭСВ-2,5—12), силовые регулирующие транзисторы и платы стабилизаторов.

Для переключения напряжения сети необходимо снять скобу-фиксатор, поставить тумблер в требуемое положение и зафиксировать его скобой.

В задней части прибора на поддоне находятся: плата усилителя Z, плата автоматики, блок заливки высоковольтных конденсаторов, регулирующие транзисторы питания высоковольтного преобразователя, регулировочные потенциометры, коррекции луча ЭЛТ и монтажные планки для распайки питающих напряжений.

Платы генератора знаков, устройства выбора знаков, коммутатора, автоматики X и автоматики Y находятся в правой части прибора (Приложение 1, рис. 3). Они являются функционально законченными узлами и сочленяются с базой посредством разъемов.

Плата генератора развертки размещена внизу в средней правой части корпуса прибора.

Силовой трансформатор питания вместе с платой выпрямителей размещен в правой задней части прибора и заключен в экран.

6. МАРКИРОВАНИЕ И ПЛОМБИРОВАНИЕ

6.1. Все поясняющие надписи на передней и задней панели нанесены методом офсетной печати. Номер осциллографа и год выпуска указан на задней панели.

6.2. Осциллограф, выпущенный предприятием-изготовителем опломбирован мастикой с оттиском штампа ОТК. Пломбы установлены на боковых стяжках в углублениях для винтов крепящих замков и пломбировочной чашке, установленной на крепящем винте правой нижней опорной ножки.

ПРИЛОЖЕНИЯ

**РАСПОЛОЖЕНИЕ
ОСНОВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ
ПРИБОРА**

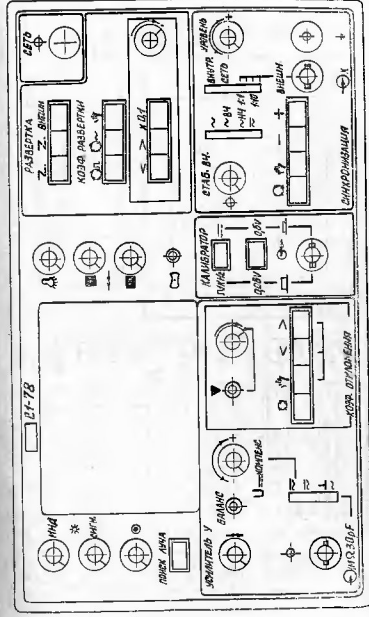


Рис. 1. Передняя панель осциллографа универсального автоматического CI-78.

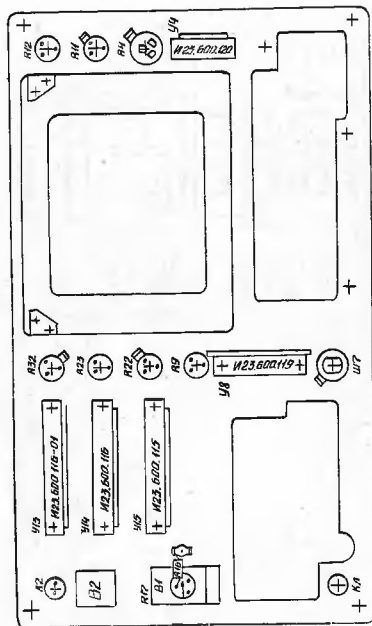


Рис. 2. Схема расположения установочных элементов на передней панели прибора CI-78 (вид сверху)

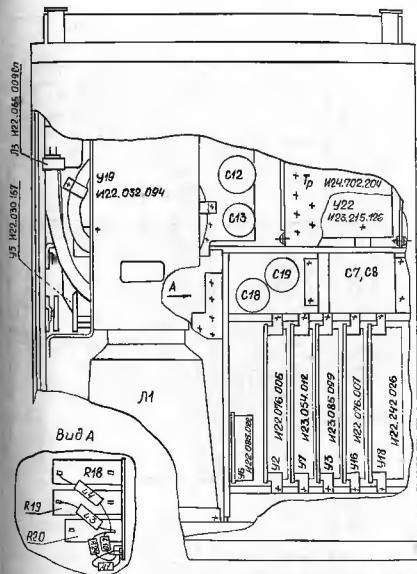


Рис. 3. Схема расположения установочных элементов и печатных плат в приборе CI-78 (вид сверху)

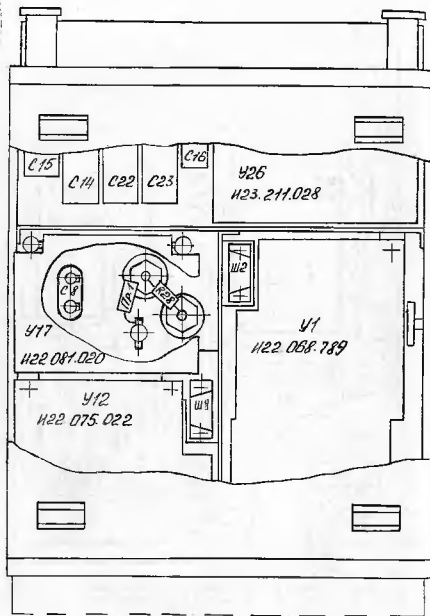


Рис. 4. Схема расположения установочных элементов и печатных плат в приборе CI-78. (Вид снизу).

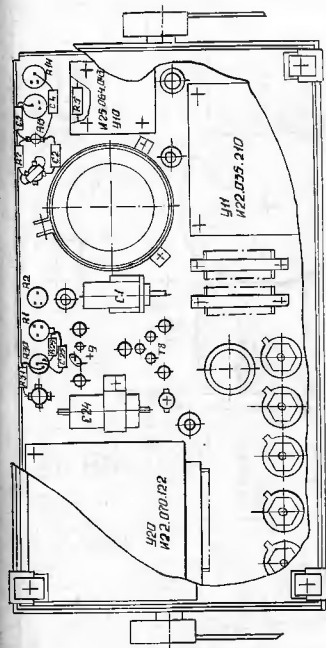


Рис. 5. Схема расположения установочных элементов и печатных плат в приборе CI-78. (Вид сверху).

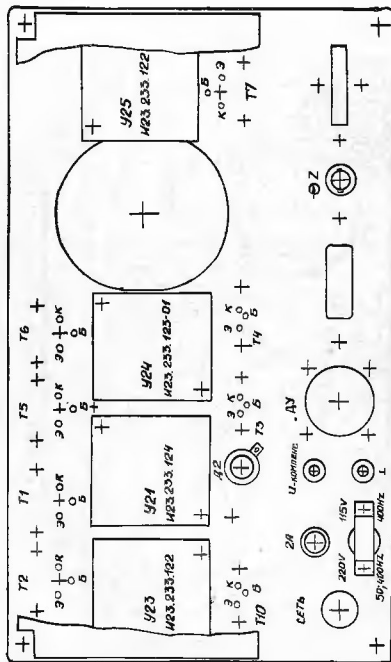


Рис. 6. Схема расположения установочных элементов и печатных плат на задней стенке прибора С1-78.

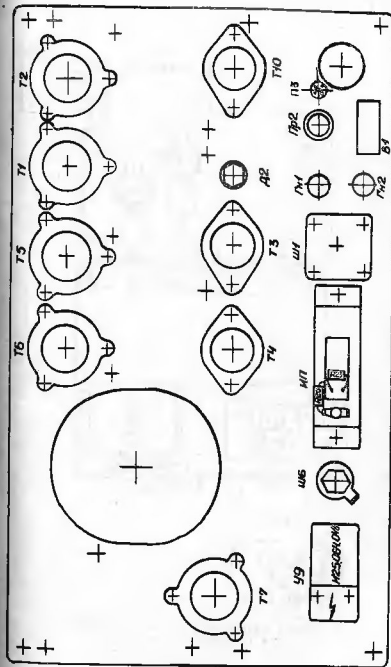
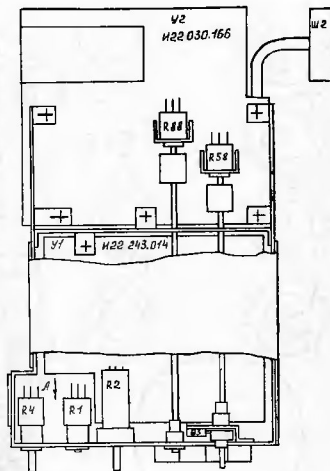


Рис. 7. Схема расположения установочных элементов



В4В2А



Рис. 8. Блок вертикального отклонения И22.068.789.
(Схема расположения элементов).

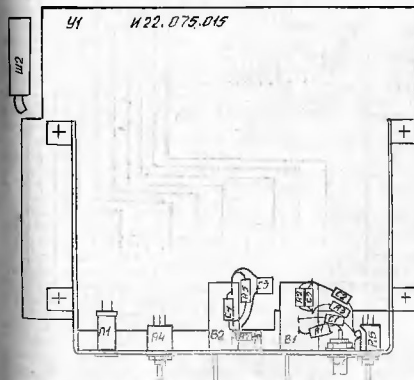
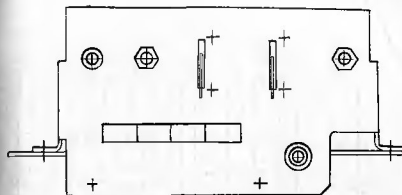
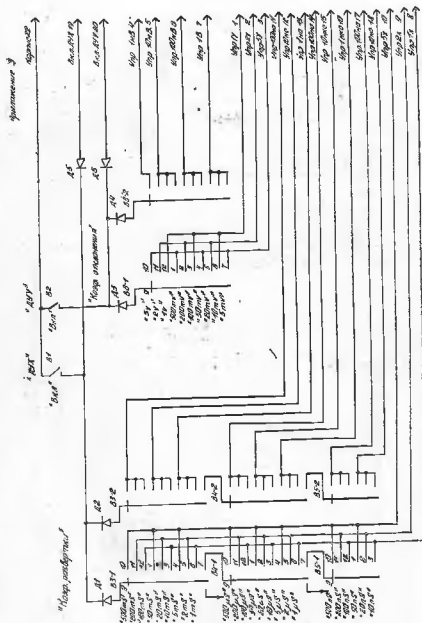


Рис. 9. Блок синхронизации И22.075.022.
(Схема расположения элементов).



Часть 2

1. ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

При большой разности температур в складских и рабочих помещениях полученные со склада прибора выдерживаются не менее двух часов в нормальных условиях в упаковке.

После длительного хранения в условиях повышенной влажности приборы перед включением выдерживаются в нормальных условиях в течение 6 ч.

При расконсервации проверяется комплектность прибора в соответствии с формуляром.

Перед установкой прибора на рабочее место следует снять защитную смазку и протереть прибор чистой сухой тряпкой.

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

Техническое обслуживание проводится с целью нормальной работы прибора в течение его эксплуатации. Условия окружающей среды, в которой находится прибор, определяют периодичность осмотра.

Рекомендуемые виды и сроки проведения технического обслуживания:

- визуальный осмотр — каждые 3 месяца;
- внутренняя и внешняя чистка — каждые 6 месяцев;
- смазка — каждые 12 месяцев;

При вскрытии прибора и проведении технического обслуживания следует помнить о мерах безопасности, указанных в разделе 8 настоящего описания.

Для вскрытия прибора следует отвинтить два специальных винта на боковых стяжках прибора и снять верхнюю и нижнюю крышки прибора, с учетом указаний, приведенных в разделе 5.3 настоящего описания.

Повторная упаковка производится при перевозке прибора в пределах предприятия и вне его.

Перед упаковкой в укладочный ящик проверяется комплектность в соответствии с формуляром, прибор и ЗИП протираются от пыли и заворачиваются во влагостойкую бумагу. После этого прибор упаковывается в укладочный ящик.

2. УКАЗАНИЯ МЕР БЕЗОПАСНОСТИ

К работе с прибором допускаются лица, ознакомившиеся с техническим описанием и инструкцией по эксплуатации прибора, а также прошедшие инструктаж по технике безопасности.

В приборе имеются напряжения, опасные для жизни, поэтому категорически запрещается работа с прибором, если на нем нет защитного кожуха и его корпус не заземлен.

Все перепайки делать только при выключенном тумблере «СЕТЬ», а при перепайках в схеме блока питания и на лицевой панели прибора необходимо вынимать из сети вилку шнура питания в виду опасности поражения напряжением сети.

При измерениях в схеме питания ЭЛТ следует пользоваться высоковольтным пробником, так как в схеме имеется высокое напряжение. Следует помнить, что это напряжение сохраняется и после выключения прибора в течение 3—5 минут.

3. ПОДГОТОВКА ПРИБОРА К РАБОТЕ

3.1. Установка прибора на рабочем месте

Перед установкой прибора на рабочее место его следует протереть сухой чистой тряпкой.

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

Во время работы прибор должен быть установлен так, чтобы обеспечивалась свободная вентиляция. Вентиляционные отверстия кожуха не должны быть закрыты посторонними предметами или листами бумаги.

Для обеспечения безопасности обслуживающего персонала перед включением прибора следует убедиться в наличии и соответствии предохранителей на задней стенке прибора, проверить положение тумблера напряжения сети.

Перед подключением прибора к питающей сети необходимо заземлить корпус прибора.

3.2. Описание органов управления

3.2.1. Расположение органов управления на передней панели прибора приведена на рис. 1 приложения 1.

Все органы управления прибора распределяются на следующие функциональные группы:

- органы управления ЭЛТ;
- органы управления трактом вертикального отклонения;
- органы управления блоком синхронизации;
- органы управления трактом горизонтального отклонения.

Отдельную группу составляет тумблер включения прибора с находящейся над ним индикаторной лампочкой.

3.2.2. В группу органов управления ЭЛТ входят ручки, предназначенные для раздельной регулировки яркости изображения сигнала и символов индикации «СИГН. * ИНД.»),

ручка регулировки фокуса («»), обеспечивающая четкость изображения. Для дополнительной корректировки четкости изображения используется также шлиц регулировки астигматизма («»). Регулировка яркости подсвета шкалы ЭЛТ производится ручкой «».

3.2.3. В состав органов управления трактом вертикального отклонения входит вся группа ручек, ограниченная контуром «УСИЛИТЕЛЬ У».

В нее входят элементы входной цепи, резистор перемещения изображения по вертикали («»), элементы управления коэффициентом отклонения, потенциометр «БАЛАНС».

К элементам входной цепи относятся гнездо «» 1MΩ30pF, переключатель вида связи «U=компенс.» « ⊥ ~», и резистор компенсации постоянной составляющей «U — компенс.»

Переключатель вида связи обеспечивает работу в следующих положениях:

«~» — на вход тракта исследуемый сигнал поступает через разделительный конденсатор (закрытый вход);

«⊥» — вход усилителя отключается от источника исследуемого сигнала и подключается к «земле»;

«≈» — на вход усилителя поступает исследуемый сигнал с постоянной составляющей (открытый вход);

«≈U=компенс.» — на вход усилителя поступает исследуемый сигнал с постоянной составляющей, причем на второй вход усилителя подключается резистор плавной регулировки напряжения компенсации (ручка «+», —, U=компенс.»).

Рядом с входным гнездом расположен толкатель, используемый при работе с выносным делителем. В этом случае флажок выносного делителя нажимает на толкатель и тем самым

обеспечивается правильность выписки коэффициента отклонения.

В группу элементов управления коэффициентом отклонения входят:

— резистор « ∇ », обеспечивающий плавную регулировку коэффициента отклонения не менее чем в 2,5 раза при вводе ручки этого резистора из калиброванного положения, отмеченного точкой, перед значением коэффициента отклонения, выписываемого на экране, появляется знак нарушения калибровки — «>»;

— резистор « ∇ », обеспечивающий калибровку усилителя: ось этого резистора выведена для регулировки под шлиц;

— переключатель, управляющий режимом выбора коэффициентов отклонения (« $\odot$ » « ∇ » «>»).

В положении « $\odot$ » этого переключателя выбор коэффициентов отклонения производится автоматически, так, чтобы вертикальный размер изображения сигнала на экране ЭЛТ был не менее 2 дел и не более 8 дел.

В положении « ∇ » выбор коэффициентов отклонения производится вручную с помощью кнопок «<» и «>».

3.2.4. В состав органов управления блоком синхронизации входит вся группа ручек, ограниченных контуром «СИНХРОНИЗАЦИЯ».

В нее входят элементы входной цепи, группа управления уровнем и полярностью синхронизации, резистор «СТАБ. ВЧ» и индикаторная лампочка.

К элементам входной цепи относятся гнездо «ВНЕС.» « $\odot$ X», которое обеспечивает работу схемы от внешнего источника синхронизации или работу усилителя X от внешнего сигнала и переключателя выбора источника синхронизации и вида связи.

Переключатель выбора источников синхронизации позволяет осуществлять работу в следующих режимах:

— в положении «ВНУТР.» синхронизация производится от исследуемого сигнала, поступающего из тракта вертикального отклонения;

— в положении «СЕТЬ» синхронизация производится от сигнала питающей сети;

— в положениях «ВНЕСН.» синхронизация осуществляется от внешнего сигнала; в зависимости от амплитуды сигнала переключатель устанавливается в положения «1:1» или «1:10».

Переключатель вида связи позволяет передавать на блок синхронизации сигнал либо без постоянной составляющей (положение « $\sim$ »), либо с ней (положение « $\approx$ »).

В положении « $\sim$ ВЧ» все составляющие сигнала синхронизации ниже 30 кГц подавляются, а в положении « $\sim$ НЧ», наоборот, подавляются составляющие сигнала выше 30 кГц. В обоих этих положениях постоянная составляющая и сигналы до 30 Гц не проходят на блок синхронизации.

В положении « $\approx$ » синхронизация обеспечивается в диапазоне частот от 30 до 35·10⁶ Гц, а в положении « $\approx$ » — в диапазоне частот от 3 до 35·10⁸ Гц.

Если выбран внешний режим внешнего запуска развертки, то в этом случае сигнал с гнезда « $\odot$ X» через переключатель выбора источника синхронизации, находящейся в положении «ВНЕСН.» и переключатель вида связи проходит на усилитель X. Для получения неискаженного сигнала необходимо переключатель вида связи устанавливать в положение « $\approx$ ».

Группа управления уровнем и полярностью синхронизации содержит переключатель, имеющий две независимые группы кнопок. В положении « $\odot$ » синхронизация обеспечивается при произвольном положении резистора регулировки уровня (ручка «УРОВЕНЬ») при условии, что частота сигнала синхронизации равна или больше 200 Гц, а размер изображения сигнала на экране ЭЛТ превышает 22 мм.

В положении « ∇ » для получения устойчивого изображения используется резистор регулировки уровня.

Кнопки «+» и «-» позволяют осуществлять синхронизацию от положительного или отрицательного перепада синхронизирующего сигнала.

Резистор «СТАБ. ВЧ» обеспечивает получение устойчивого изображения сигналов на частотах выше 10 МГц.

При срабатывании схемы синхронизации загорается индикаторная лампочка, свидетельствующая о наличии синхронизации.

В контуре «СИНХРОНИЗАЦИЯ» находятся также клемма защитного заземления « $\perp$ ».

3.2.5. В состав органов управления трактом горизонтального отклонения входят элементы, ограниченные контуром «РАЗВЕРТКА», а также резисторы плавного и грубого перемещения изображения по горизонтали (ручки « $\rightleftarrows$ » и « $\rightleftarrows$ »). Режим работы тракта горизонтального отклонения выбирается переключателем «Z», «Z», «ВНЕСН». В положение «Z» разверт-

ка работает без синхронизирующего сигнала в автоколебательном режиме, а при наличии сигнала — в ждущем режиме. В положении «Z» развертка работает только в ждущем режиме и при отсутствии синхронизирующего сигнала линия развертки на экране отсутствует. В положении «ВНЕСШ» развертка отключается, а на вход усилителя X поступает сигнал с входного гнезда «X». В положении переключателя «ВНЕСШ. 1:1» обеспечивается коэффициент отклонения по горизонтали, равный 500 мВ/дел, а в положении «ВНЕСШ. 1:10» — 5 В/дел. Управление коэффициентом развертки осуществляется группой органов, ограниченных контуром «КОЭФ. РАЗВЕРТ. КИ».

Выбор коэффициентов развертки может осуществляться автоматически или вручную. Если переключатель выбора установлен в положение «ОП», то коэффициент развертки выбирается автоматически так, чтобы горизонтальный размер одного исследуемого импульса на экране ЭЛТ был не менее 2 дел и не более 8 дел. Такой режим целесообразно использовать при скважности импульсов, превышающей 3. Если длительность импульсов будет меньше 250 нс, то автоматически включается растяжка развертки. В этом случае обеспечивается наблюдение импульсов, следующих со скважностью более 10.

Если переключатель выбора установлен в положение «ОП», то коэффициент развертки выбирается автоматически так, чтобы горизонтальный размер одного периода исследуемого сигнала был не менее 2 и не более 8 дел.

На частотах выше 4 МГц автоматически включается растяжка развертки. При работе в любом из автоматических режимов и отсутствии входного сигнала коэффициент развертки автоматически устанавливается равным 100 мкс/дел.

В положении «X» выбор коэффициентов развертки производится вручную с помощью кнопок «<» и «>». При работе в ручном режиме на коэффициентах развертки 50, 20 и 10 нс/дел растяжка включается автоматически; для включения растяжки при других значениях коэффициента развертки используется кнопка «X0,1».

Калибровка коэффициентов развертки при отключенной и включенной растяжке развертки производится резисторами «X0,1» через отверстия в задней части верхней крышки прибора.

Главная регулировка коэффициента развертки как в руч-

ном, так и в автоматических режимах производится резистором «Z». При выводе этого резистора из калиброванного положения, отмеченного на панели точкой, перед соответствующим значением коэффициента развертки на экране выписывается знак нарушения калибровки («>»).

3.2.6. Отдельными группами на передней панели выделены устройство калибратора (переключатель «1», 1 кГц и «0,06 В, 0,6 В», выходное гнездо «Z»), обеспечивающие съем импульсов или постоянного напряжения величиной 0,06 или 0,6 В, и тумблер включения сети с индикаторной лампочкой. Группа включения сети ограничена контуром «СЕТЬ».

3.2.7. На задней панели прибора располагаются элементы подключения сети, контрольные гнезда напряжения компенсации, гнездо внешнего входа «Z», разъем дистанционного управления («ДУ») и счетчик наработки времени. Расположение этих органов управления показано на рис. 6 приложения 2 И22.048.002 ТО.

В группу органов подключения сети входят:

— разъем подключения сетевого шнура с гравировкой «СЕТЬ»;

— держатель предохранителя сети с гравировкой «2А»;

— тумблер выбора напряжения сети, имеющий положения «220 В, 50 (400) Нз» и «115 В, 400 Нз».

Контроль напряжения компенсации осуществляется с помощью гнезд «U — компенс.» и «L».

3.3. Включение и проверка работоспособности прибора

3.3.1. Для проверки работоспособности прибора необходимо установить органы управления следующим образом:

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

— ручку регулировки фокуса («F») — в среднее положение;

— ручку регулировки подсвета шкалы ЭЛТ («L») — по желанию оператора;

— ручки плавного и грубого перемещения луча по горизонтали («H») — в среднее положение;

— ручку перемещения луча по вертикали («V») — в среднее положение;

— переключатель входа («~», «L», «H», «Uкомпенс.») — в положение «L»;

- ручку компенсации постоянной составляющей входного сигнала («U — компенс.») — произвольно;
- ручку плавной регулировки коэффициента отклонения (« ? ») — в крайнее правое, калиброванное положение;
- переключатель выбора коэффициентов отклонения (« $\odot$, $\odot$, $<$, $>$ ») — в положение « $\odot$ »;
- переключатель выбора режима тракта горизонтального отклонения («Z, Z, «ВНЕС.») — в положение «Z»;
- переключатель выбора коэффициентов развертки (« $\odot$, $\odot$, $\odot$ ») — в положение « $\odot$ »;
- ручку плавной регулировки коэффициента развертки (« ? ») — в крайнее правое (калиброванное) положение;
- переключатель выбора источника синхронизации («ВНУТР. СЕТЬ, ВНЕШН. 1:1, ВНЕШН. 1:10») — в положение «ВНУТР.»;
- переключатель вида синхронизации (« $\sim$, $\sim$ В.Ч., $\sim$ Н.Ч., $\approx$ ») — в положение « $\sim$ »;
- переключатель выбора режима и полярности синхронизации (« $\odot$, $\odot$, $+$, $-$ ») — в положения « $\odot$ » и « $+$ »;
- ручки регулировки уровня и стабильности синхронизации («УРОВЕНЬ» и «СТАБ. ВЧ») — в среднее положение.

Затем к разьему «СЕТЬ» подключается шнур питания, тумблер выбора напряжения сети устанавливается в положение «220 В, 50 (400) Hz» и проверяется наличие и соответствие сетевого предохранителя. Клемма защитного заземления соединяется с контуром заземления, а сетевой шнур подключается к сети.

3.3.2. Переводом тумблера «СЕТЬ» на передней панели прибора в положение «ВКЛ.» прибор включается. При этом должна загореться сигнальная лампа. Прибор прогревается в течение 10—15 мин, а затем производится подстройка режимов и проверка его работоспособности.

3.3.3. Ручками «СИГН. * ИНД.» яркость изображения линии развертки и символов индикации устанавливается удобной для наблюдения, а затем ручкой « $\odot$ » выбирается равномерная четкость линии развертки по всей ее длине.

С помощью ручки « Δ » устанавливается подсвет шкалы, удобный для наблюдения.

3.3.4. С помощью кнопок «<» или «>» коэффициент от-

клонения луча по вертикали устанавливается равным 20 мВ/дел, коэффициент развертки аналогичными кнопками устанавливается равным 200 мкс/дел, линия луча с помощью ручки « ! » устанавливается по центру шкалы ЭЛТ, переключатель входа устанавливается в положение « $\sim$ » и гнездо « $\odot$ 1M Ω 30pF » соединяется кабелем с гнездом « $\odot$ » калибратора. Переключатель « 1 kHz » калибратора устанавливается в положение «1 kHz», а переключатель «0,06 V, 0,6 V» — в положение «0,06 V». При этом на экране наблюдаются импульсы калибратора.

3.3.5. Для проверки правильности установки резистора регулировки астигматизма « $\odot$ » необходимо при средней яркости изображения, медленно вращая ручку « $\odot$ », найти положение наилучшей фокусировки горизонтальных и вертикальных частей изображения. Если такая фокусировка получается при различных положениях ручки « $\odot$ », то изменяя положения резистора регулировки астигматизма, необходимо найти такое его положение, при котором горизонтальные и вертикальные участки изображения одинаково хорошо фокусируются в одном и том же положении ручки « $\odot$ ».

3.3.6. Для проверки калибровки тракта вертикального отклонения необходимо установить коэффициент отклонения равным 10 мВ/дел и измерить по шкале ЭЛТ вертикальный размер изображения импульса. Если размер равен 6 дел, то тракт откалиброван. В противном случае с помощью резистора « ∇ КОЭФ. ОТКЛОНЕНИЯ » размер изображения устанавливается равным 6 дел.

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

В момент вывода ручки из калиброванного положения перед цифрой коэффициента отклонения на экране должен выплывать знак «>». После проверки ручка возвращается в калиброванное положение.

3.3.7. Для проверки работы тракта вертикального отклонения в автоматическом режиме необходимо установить переключатель входа в положение «L», а переключатель выбора коэффициентов отклонения — в положение « $\odot$ ». При этом должен установиться коэффициент отклонения 5 мВ/дел. Пе-

рекламатель калибратора установить в положение «0,6 В» и перевести переключатель входа в положение «~» или « ∞ ». При правильной работе схем автоматики коэффициент отклонения должен установиться таким, чтобы размер изображения на экране ЭЛТ был не менее 2 дел и не более 8 дел (100 или 200 мВ/дел).

3.3.8. Для проверки выносного делителя необходимо, не меняя положения органов управления, отключить 50-омный кабель и подключить к гнезду « $\oplus$ 1M Ω 30pF» выносной делитель. Коэффициент отклонения, индицируемый на экране, должен быть 50 мВ/дел. Щуп делителя подключается к гнезду « $\ominus$ ». Автоматика должна установить такой коэффициент отклонения, чтобы размер изображения был не менее 2 и не более 8 дел. В случае необходимости производится компенсация делителя.

3.3.9. Для проверки внутренней синхронизации в ручном режиме коэффициент отклонения по вертикали устанавливается равным 200 мВ/дел на вход с помощью 50-омного кабеля подается калибровочный сигнал с амплитудой 0,6 В. С помощью ручки « $\curvearrowright$ » установить размер изображения равным 2 дел и убедиться, что синхронизация устойчива независимо от положения ручки «УРОВЕНЬ», причем при нажатии кнопки «+» развертка должна начинаться от положительного перепада импульса, а при нажатии кнопки «-» — от отрицательного перепада. При этом переключатель « $\odot$, $\oplus$, +, -», должен находиться в положении « $\odot$ ».

Переключатель выбора режима синхронизации устанавливается в положение « $\oplus$ », а коэффициент отклонения равным 1 В/дел. С помощью ручки « $\curvearrowright$ » установить размер изображения равным 0,5 см и убедиться, что подстройкой ручки «УРОВЕНЬ» обеспечивается устойчивая синхронизация как от положительного, так и отрицательного перепадов.

3.3.10. Для проверки внешней синхронизации необходимо установить переключатель выбора источника синхронизации в положение «ВНЕС. 1:1» и соединить гнездо « $\oplus$ X» кабелем и тройником с гнездом калибратора « $\ominus$ ». Кабель от входа « $\oplus$ 1M Ω 30pF» не отключается. Убедиться, что в таком режиме обеспечивается устойчивая синхронизация как при ручной, так и при автоматической установке уровня.

138

3.3.11. Проверка режимов тракта горизонтального отклонения производится следующим образом.

Переключатель входа тракта вертикального отклонения устанавливается в положение «1», переключатель выбора режима и полярности синхронизации — в положение « $\odot$ » и «+», а переключатель выбора источника синхронизации — в положение «ВНУТР.». Кабель от гнезда « $\oplus$ X» и « $\ominus$ » отключается. С помощью кнопок «<» и «>» проверяется возможность ручного выбора любого коэффициента развертки от 500 мс/дел до 10 нс/дел. Контроль выбора коэффициентов развертки ведется по знаковой индикации. Затем переключатель выбора коэффициентов развертки устанавливается в положение « $\odot$ ». При этом коэффициент развертки должен установиться равным 100 мкс/дел.

Установить коэффициент отклонения равным 200 мВ/дел и установить переключатель входа в положение « ∞ ». Коэффициент развертки должен автоматически установиться равным 200 мкс/дел, а горизонтальный размер одного периода должен быть равным 5 см. Если фактический размер одного периода не равен указанной величине, то с помощью резистора « ∇ X1» производится калибровка развертки.

Переключатель выбора коэффициентов развертки вновь устанавливается в положение « $\oplus$ ». Коэффициент развертки, при этом, не должен меняться. С помощью кнопки «>» коэффициент развертки устанавливается равным 2 мс/дел и включается кнопка «X0,1». Коэффициент развертки, индицируемый на экране, должен быть 200 мкс/дел, а горизонтальный размер одного периода должен быть равен 5 см. Если фактический размер одного периода не равен указанной величине, то с помощью резистора « ∇ X0,1» производится калибровка развертки при включенной растяжке. Затем ручка плавной регулировки коэффициента развертки « $\curvearrowright$ » поворачивается до упора против часовой стрелки. При этом размер одного периода должен быть не более 2 см. В момент вывода ручки из калиброванного положения перед цифрой коэффициента развертки на экране должен высветиться знак «>». Затем проверяется работа ручек грубого и плавного перемещения изображения по горизонтали. Ручка грубого перемещения по горизонтали « $\boxplus$ » должна обеспечивать совмещение начала и конца линии развертки с центром шкалы ЭЛТ. Ручка плавной регулировки должна обеспечивать смещение линии

139

развертки при акюченной растяжке на 5 делений влево и вправо от центра шкалы. Ручка плавной регулировки коэффициента развертки возвращается в калиброванное положение и выключается кнопка «X0,1». После этого переключатель выбора коэффициентов развертки устанавливается в положение «ОП». В этом случае коэффициент развертки должен установиться таким, чтобы горизонтальный размер одного импульса был не менее 2 и не более 8 дел.

Проверка тракта в ждущем режиме проводится так же, как и в автоколебательном, причем при отсутствии входного сигнала линия развертки отсутствует. Повторная калибровка разверток при этой проверке не производится.

4. ПОРЯДОК РАБОТЫ

4.1. Правила эксплуатации

4.1.1. Перед началом работы необходимо подготовить прибор в соответствии с указаниями, приведенными в разделе 9.

4.1.2. При регулировке яркости возможно нарушение фокусировки изображения. В этом случае необходима подстройка ее при помощи ручки «». Во избежание прожога люминофора экрана не рекомендуется устанавливать чрезмерную яркость изображения на экране ЭЛТ.

При резком переходе от малых коэффициентов развертки к большим возрастает яркость изображения и ее необходимо уменьшить. Также целесообразно устанавливать чрезмерно большую яркость изображения при использовании темного светового фильтра.

4.1.3. Кнопка «ПОИСК ЛУЧА» используется, если изображение находится за пределами видимой части экрана ЭЛТ. Для того, чтобы вернуть изображение в пределы рабочей части экрана, необходимо проделать следующее:

а) нажать кнопку «ПОИСК ЛУЧА»; при этом изображение появляется в пределах рабочей части экрана;

б) при помощи ручек перемещения по вертикали «» и грубого перемещения по горизонтали «» при нажатой кнопке изображение установить по центру экрана;

в) если вертикальный размер изображения при нажатой кнопке превышает 3 дел, то его величина уменьшается либо уменьшением входного сигнала, либо изменением коэффициента отклонения;

г) отпустить кнопку; изображение сигнала должно остаться в пределах рабочей части экрана ЭЛТ.

4.1.4. При пользовании прибором необходимо помнить, что максимально допустимая суммарная величина переменной и постоянной составляющих напряжения входного сигнала, приложенная к закрытому входу прибора, не должна превышать 200 В, а к щупу выносного делителя — 300 В. Поэтому подача напряжений, превышающих эту величину, недопустима.

4.1.5. Способ подачи исследуемого сигнала на вход тракта вертикального отклонения зависит от параметров сигнала. Подачу исследуемого сигнала через внешний делитель напряжения 1:10 можно считать наиболее удобным способом, так как при этом входное сопротивление прибора равно 1 или 10 МОм, а входная емкость уменьшается до 12 пФ и поэтому прибор почти не нагружает исследуемую схему. Кроме того, щуп делителя имеет специальный пружинящий захват, который повышает удобство эксплуатации. Для повышения точности измерений при пользовании выносным делителем целесообразно проводить калибровку коэффициента отклонения при подключенном делителе.

Калибровка производится по методике, изложенной в п. 9.3.8. Первоначально делитель компенсируется с помощью регулировочного конденсатора, выведенного под шлиц, так, чтобы форма импульсов была наиболее близкой к прямоугольной, а затем регулировкой резистора калибровки «», КОЭФ. ОТКЛОНЕНИЯ» амплитуда импульсов по вертикали устанавливается равной 6 см. При пользовании выносным делителем необходимо помнить, что он ослабляет входной сигнал в 10 раз. При исследовании высокочастотных сигналов можно пользоваться кабелем И26.645.001.

В комплект прибора входят различные кабели, которые позволяют подключить осциллограф к различным измерительным приборам.

4.1.6. Переключатель входа «», «», «», «» — ком-пенс.» позволяет выбрать вид связи тракта вертикального отклонения с источником исследуемого сигнала. В положении «» связь с источником исследуемого сигнала осуществляется по постоянному току. Этот режим может быть использован, если постоянная составляющая исследуемого сигнала соизмерима с величиной переменной составляющей. Если постоянная составляющая сигнала намного превышает переменную, то целесообразно выбрать связь с источником сигнала по переменному току «». При использовании этого вида связи необходимо помнить, что нижний предел частотной характеристики

равен 30 Гц, поэтому при исследовании низкочастотных сигналов пользоваться этим видом связи нецелесообразно.

В случае, если необходимо наблюдать сигналы с измерением величины постоянной составляющей, используется связь по постоянному току с компенсацией постоянной составляющей « $\approx U \rightarrow$ компенс.». В этом режиме постоянная составляющая входного сигнала компенсируется специальной схемой, причем величину напряжения, необходимого для компенсации постоянной составляющей, можно измерить на контрольных гнездах, расположенных на задней стенке прибора. В положение « $\perp$ » вход усилителя отключается от исследуемого сигнала и заземляется. В этом режиме контролируется положение линии развертки на экране, которое затем учитывается при измерениях.

4.1.7. Выбор коэффициентов отклонения луча по вертикали может производиться двумя способами: автоматически и вручную.

В большинстве случаев, встречающихся в практике, целесообразно пользоваться автоматическим режимом. При использовании этого режима необходимо учитывать, что схема автоматического выбора устойчиво работает при размахе сигнала, превышающем 30 мВ и частоте сигнала, превышающей 200 Гц.

Если исследуемый сигнал не удовлетворяет хотя бы одному из этих требований, то выбор коэффициентов отклонения должен производиться вручную.

Величина коэффициента отклонения, устанавливаемого автоматически, зависит также от положения переключателя входа. Если сигнал имеет постоянную составляющую, то при закрытом входе размах переменной составляющей на экране ЭЛТ будет находиться в пределах от 2 до 8 дел. При открытом входе автоматически будет выбирать коэффициент отклонения с учетом постоянной составляющей сигнала, что приведет к другому значению коэффициента отклонения.

Если размер изображения, установленный автоматически, не удовлетворяет оператора, то используется ручной режим. При переходе от автоматического режима к ручному коэффициент отклонения не должен изменяться. В ручном режиме выбор коэффициента отклонения производится кнопками « $\leftarrow$ » и « $\rightarrow$ ». Помимо ступенчатого изменения коэффициента отклонения имеется возможность производить плавное изменение его с помощью ручки « ? ». Эта регулировка обеспечивает увеличение коэффициента отклонения не менее чем в 2,5 раза.

Индикация установленного коэффициента отклонения осуще-

ствляется в виде цифр и букв, выписываемых в левом верхнем углу рабочей части экрана. Нарушение калибровки за счет ручки « ? » индицируется знаком « $\gg$ », выписываемым перед значением коэффициента отклонения.

4.1.8. Синхронизация развертки может осуществляться исследуемым сигналом, сигналом питающей сети, либо от внешнего сигнала. Выбор источника синхронизации производится специальным переключателем «ВНУТР.—СЕТЬ—ВНЕШ. 1:1—ВНЕШ. 1:10».

В положении «ВНУТР.» запускающий сигнал поступает на схему синхронизации из тракта вертикального отклонения.

В положении «СЕТЬ» на вход схемы синхронизации поступает напряжение питающей сети. Этот режим используется в том случае, когда исследуемый сигнал изменяется с частотой, равной или краткой частоте сети.

В положениях «ВНЕШ.» синхронизация осуществляется сигналом, который подается на гнездо « $\odot X$ ». Для получения устойчивой синхронизации между исследуемым и синхронизирующим сигналами должна быть жесткая временная зависимость.

Синхронизация от внешнего сигнала используется в том случае, если внутренний сигнал слишком мал или содержит составляющие, мешающие синхронизации, либо когда нужно запустить развертку опережающим сигналом. Дополнительным преимуществом внешней синхронизации является то, что развертка синхронизируется одним сигналом, в то время, как исследуемый сигнал может изменяться как по амплитуде, так и по форме.

Если сигнал внешней синхронизации превышает 2 В, то используется положение «ВНЕШ. 1:10». Работа схемы в этом положении аналогична положению «1:1» с учетом того, что синхронизирующий сигнал ослабляется в 10 раз.

4.1.9. Схема синхронизации позволяет осуществлять различные варианты связи с источником синхронизирующего сигнала. Для этой цели предусмотрен специальный переключатель вида связи. « $\sim$ — $\sim$ ВЧ — $\sim$ НЧ — $\approx$ ». В положении « $\sim$ » постоянная составляющая сигнала синхронизации не проходит на вход схемы. Кроме того, в этом положении подавляются сигналы с частотой ниже 30 Гц. Работа в таком режиме может быть рекомендована для большинства случаев, встречающихся на практике. За счет блокирования постоянной составляющей схема синхронизации в таком режиме не реагирует на перемену изображения по вертикали.

В положении « $\sim$ В.Ч. » блокируется постоянная составля-

ющая синхронизирующего сигнала, а также ослабляются сигналы с частотой ниже 30 кГц. Развертка при этом, синхронизируется только высокочастотными составляющими сигнала. Этот сигнал рекомендуется в том случае, если необходимо подавить амплитудную модуляцию сигнала, либо наводок сети на сигнал.

В положении «~Н.Ч.» блокируется постоянная составляющая и пропускаются только частоты в пределах от 30 до 30·10³ Гц. В случае сложного синхронизирующего сигнала в этом положении обеспечивается устойчивая синхронизация н. ч. составляющих.

В положении «≡» обеспечивается устойчивая синхронизация низкочастотными сигналами, которые ослабляются во всех других положениях. Поскольку на режим синхронизации влияет перемещение изображения по вертикали, то пользоваться этим режимом следует в крайних случаях.

4.1.10. Для получения устойчивого изображения на экране ЭЛТ необходимо правильно выбрать уровень синхронизации. Установка производится с помощью ручки «УРОВЕНЬ».

В приборе предусмотрено два режима синхронизации: ручной и автоматический.

При установке переключателя в положение «» синхронизация развертки обеспечивается при произвольной установке ручки «УРОВЕНЬ». Поворот этой ручки изменяет только положение точки запуска развертки по отношению к исследуемому сигналу. Этот режим наиболее предпочтителен при наблюдении большинства сигналов, встречающихся на практике. Однако при пользовании этим режимом необходимо учитывать, что автоматическая синхронизация обеспечивается для сигналов, частота которых превышает 200 Гц, а размах изображения на экране — 15 мм при внутренней синхронизации или 0,2В — при внешней синхронизации.

Если параметры сигнала не удовлетворяют этим требованиям, то используется ручной режим синхронизации.

При работе в ручном режиме неподвижность изображения сигнала на экране ЭЛТ достигается подстройкой ручки «УРОВЕНЬ».

При помощи регулировки «УРОВЕНЬ» выбирается точка на запускающем сигнале, в которой синхронизируется развертка. Когда ручка «УРОВЕНЬ» вращается в сторону «+», схема синхронизации запускается более положительным участком синхронизирующего сигнала. Когда ручка «УРОВЕНЬ» вращается в сторону «-», схема синхронизации запускается более отрицательным участком синхронизирующего сигнала.

Прежде чем установить ручку «УРОВЕНЬ», необходимо выбрать источник синхронизации, режим запуска схемы синхронизации и полярность запуска. Затем устанавливают ручку «УРОВЕНЬ» в среднее положение. Если развертка не синхронизируется в этой точке, подстраивают ручку «УРОВЕНЬ» до появления синхронизации.

4.1.11. Переключатель «+», «-» устанавливает полярность сигнала, запускающего развертку. В положении «+» развертка запускается положительной частью синхронизирующего сигнала, в положении «-» — отрицательной частью синхронизирующего сигнала. Когда на экране ЭЛТ наблюдается несколько периодов исследуемого сигнала, положение переключателя полярности запуска не имеет значения. Однако при исследовании определенной части периода правильное положение переключателя имеет значение.

4.1.12. Регулировка «СТАБИЛЬНОСТЬ В. Ч.» обеспечивает устойчивое изображение исследуемых сигналов при коэффициентах развертки 50, 20 и 10 нс/дел, когда невозможно получить устойчивое изображение при помощи регулировки «УРОВЕНЬ»; подстройку производят ручкой «СТАБИЛЬНОСТЬ В. Ч.» до получения минимальной размытости по горизонтали. Влияние этой регулировки незаметно при низких скоростях развертки.

4.1.13. Тракт горизонтального отклонения может работать в трех режимах: автоколебательном, жущем и внешнем. Выбор режима осуществляется специальным переключателем «Z—Σ ВНЕШ».

В большинстве практических случаев нормальное наблюдение сигналов обеспечивается в автоколебательном режиме развертки.

При установке переключателя в положение «Z» на экране обеспечивается линия развертки при отсутствии входного сигнала. Если в том режиме подать синхронизирующий сигнал, то генератор развертки переходит из автоколебательного в жущий режим работы. В зависимости от режима синхронизации ручка «УРОВЕНЬ» действует так, как указано в п. 10.1.10. При наличии синхронизации на передней панели загорается сигнальная лампочка. Такой режим работы не рекомендуется использовать при частотах синхронизирующего сигнала меньше 30 Гц, так как при этом будет неустойчивая синхронизация.

При установке переключателя в положение «Σ» и наличие синхронизирующего сигнала развертка работает так же, как и в автоколебательном режиме. Наличие синхронизирующего сигнала индицируется горющей лампочкой. Если синхронизи-

рующийся сигнал отключается то развертка не запускается и на экране отсутствует линия развертки.

Ждущий режим используется при исследовании сигналов с частотой ниже 30 Гц и в том случае, когда линия развертки не нужна на экране. В положении «ВНЕСН» создается внешняя горизонтальная развертка, которая необходима в тех случаях, когда исследуется зависимость одного сигнала от другого, а не от времени (внутренняя развертка).

Для работы в этом режиме переключатель выбора источника синхронизации устанавливается в положение «ВНЕСН. 1:1» или «ВНЕСН. 1:10» (в зависимости от величины сигнала), а переключатель вида связи устанавливается в положение « ∞ ». При этом обеспечиваются коэффициенты отклонения луча по горизонтали 500 мВ/ДЕЛ в положении «1:1» и 5 В/ДЕЛ в положении «1:10». В случае, если указанные коэффициенты не позволяют провести измерение, то можно уменьшить их значение в 10 раз. Во внешнем режиме индикация выбранного коэффициента отклонения осуществляется на экране ЭЛТ в виде цифр и букв, выписываемых в правом верхнем углу рабочей части экрана (вместо коэффициентов развертки).

4.1.14. Выбор коэффициентов развертки может производиться тремя способами: автоматически для импульсных сигналов, автоматически для периодических сигналов и вручную. Для управления служат переключатель выбора коэффициентов развертки «коэф. развертки» . При установке переключателя в положение «ОП» схема автоматики

выбирает такой коэффициент развертки, при котором на экране индицируется один исследуемый импульс. Горизонтальный размер этого импульса должен находиться в пределах от 2 до 8 ДЕЛ. Этот режим целесообразно использовать при исследовании импульсных сигналов, следующих со скважностью более 3, при условии, что в интервале между импульсами отсутствует полезная информация. Для правильной работы схемы автоматики полярность синхронизации должна устанавливаться в соответствии с полярностью исследуемых импульсов.

При установке переключателя в положение «О» схема автоматически выбирает такой коэффициент развертки, при котором горизонтальный размер одного периода исследуемого сигнала должен находиться в пределах от 2 до 8 ДЕЛ.

Этот режим целесообразно использовать при исследовании периодических сигналов, следующих со скважностью 3 и менее, а также при измерении периодов импульсных сигналов.

В обоих автоматических режимах при отсутствии синхрони-

зирующего сигнала автоматика устанавливает коэффициент развертки, равный 100 мкс/дел. Для обеспечения коэффициентов развертки 10, 20, 50 нс/дел. автоматика включает растяжку линии развертки в усилителе X. Поскольку запуск развертки и схем автоматики осуществляется от схемы синхронизации, то для устойчивой работы амплитуда сигнала на экране должна быть не менее 2 ДЕЛ.

Если схема синхронизации работает от внешнего сигнала, частота которого не равна частоте исследуемого сигнала, то фактические значения минимального и максимального размеров изображения одного импульса или одного периода могут отличаться от приведенных значений.

Для работы в ручном режиме переключатель устанавливается в положение «». При переходе от автоматического

режима к ручному коэффициент развертки не должен изменяться. В ручном режиме выбор коэффициента развертки производится кнопками «<» и «>». При работе в ручном режиме предусмотрена возможность включения десятикратной растяжки развертки. Включение растяжки осуществляется кнопкой «X0,1». Ручки грубого и плавного перемещения изображе-

ния по горизонтали «» и «» позволяют установить на экране любой участок растянутого изображения. Схема растяжки построена так, что точки изображения сигнала, совпадающие с вертикальной осью шкалы, при включении растяжки, смещаются от центра не более чем ± 1 дел. т. е. растяжка производится влево и вправо от центра шкалы.

Помимо ступенчатого изменения коэффициента развертки имеется возможность производить плавное изменение его с помощью ручки. Эта регулировка обеспечивает увеличение коэффициента отклонения не менее чем в 2,5 раза.

Индикация установленного коэффициента развертки осуществляется в виде цифр и букв, выписываемых в правом верхнем углу рабочей части экрана. Нарушение калибровки за счет ручки «» индицируется знаком «>», выписываемым перед значением коэффициента распределения. При включении «растяжки» на экране выписывается значение коэффициента развертки с учетом «растяжки».

4.1.15. Яркостная модуляция может использоваться для временных интервалов при некалиброванной развертке, а также в том случае, когда горизонтальная развертка создается внешним сигналом.

Для осуществления яркостной модуляции подайте на гнез-

до $\odot$ » расположенное на задней панели прибора, сигнал амплитудой 5 В, который при среднем уровне яркости изображения создает заметную яркостную модуляцию.

Временные метки должны зависеть во времени от исследуемого сигнала, чтобы получить устойчивое изображение на экране МТ.

Четкое изображение получается тогда, когда яркостная модуляция осуществляется сигналом с крутыми фронтами.

4.1.16. В зависимости от положения переключателя калибратора «1kHz, —», калибратор формирует постоянное напряжение калиброванные по амплитуде, или прямоугольные импульсы, калиброванные по амплитуде и длительности с частотой следования 1 кГц. Амплитуда этих напряжений зависит от положения переключателя «0,06В — 0,6В».

Выходное напряжение калибратора используется для калибровки коэффициентов отклонения и коэффициентов развертки, а также для проверки и калибровки выносного делителя.

Кроме того, сигнал калибратора может использоваться как источник сигнала для других приборов.

4.2. Проведение измерений.

4.2.1. При проведении измерений с помощью осциллографа используется метод отсчета по калиброванной шкале ЭЛТ. Ввиду того, что в приборе применена электронно-лучевая трубка с беспараллаксной шкалой, то применение такого метода позволяет проводить измерения с погрешностью, не превышающей $\pm 5\%$. Ниже приводятся типичные примеры различных измерений, которые могут быть выполнены с помощью прибора.

4.2.2. Для измерения переменного напряжения необходимо исполнить следующие операции:

- а) установить переключатель выбора коэффициента отклонения в положение « $\odot$ », переключатель выбора коэффициентов развертки в положение « $\odot$ », переключатель выбора синхронизации в положение « $\odot$ », переключатель выхода источника синхронизации в положение «ВНУТР», а ручки плавного изменения коэффициента отклонения и коэффициента развертки — в крайнее правое калиброванное положение;
- б) подать на вход « $\odot$ » 1мΩ30pF исследуемый сигнал;
- в) установить переключатель входа Y в положение « $\sim$ ».

После выполнения указанных операций на экране должно появиться устойчивое изображение исследуемого сигнала. Желательно, чтобы вертикальный размер исследуемого сигнала занимал около 5 см. Если размер сигнала значительно меньше, то необходимо перейти на ручной режим выбора коэффициентов отклонения и установить такое значение, чтобы вертикальный размер сигнала занимал 4—8 см.

Если исследуемый сигнал имеет частоту менее 200 Гц, то выбор коэффициента отклонения, коэффициента развертки и синхронизация производится 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 нижняя кромка изображения сигнала совпала с одной из нижних горизонтальных линий шкалы ЭЛТ, а верхняя находилась в пределах рабочей части экрана;

— с помощью ручки « $\leftrightarrow$ » изображение сигнала необходимо установить так, чтобы максимальная точка изображения сигнала находилась на центральной вертикальной линии шкалы ЭЛТ (см. рис. 26);

— измерить по шкале ЭЛТ величину размаха сигнала H в см.

Для получения фактической величины размаха сигнала необходимо перемножить величину коэффициента отклонения, считанную с верхнего левого угла экрана на вертикальный размер.

Пример. Предположим, что размах сигнала равен 5,5 см. Коэффициент отклонения луча по вертикали равен 500 мс/дел, в этом случае размах сигнала будет равен

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

Примечания:

1. Этот метод может быть использован для измерения напряжения между двумя любыми точками сигнала.
2. Подключение выносного делителя не требует какого бы то ни было изменения методики, так как при этом вычисляемый коэффициент отклонения увеличивается в 10 раз.

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

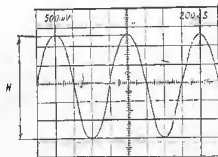


Рис. 26. Измерение полного размаха исследуемого сигнала.

а) установить переключатель выбора коэффициентов отклонения в положение « $\odot$ », переключатель режима развертки — в положение « Z », переключатель выбора коэффициентов развертки в положение « $\odot$ », переключатель режима синхронизации — в положение « $\odot$ » переключатель выбора источников синхронизации — в положение «ВНУТР.», а также переключатель входа — в положение « $\perp$ », ручки плавной регулировки должны находиться в калиброванных положениях;

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

в) на вход « $\odot$ 1МΩ30pF» 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 « $\leftarrow$ » совместить точку измерения с центральной вертикальной линией шкалы ЭЛТ (см. рис. 27);

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



Рис. 27. Измерение уровня сигнала.

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 еще ниже (выше), либо изменить коэффициент отклонения луча по вертикали. Для смещения контрольной линии необходимо вернуть переключатель входа в положение « $\perp$ », 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 « $\odot$ 1МΩ30pF», переключатель входа устанавливается в положение « ∞ » и линия развертки устанавливается с помощью ручки « $\uparrow$ » на выбранной контрольной линии. Дальнейшие измерения производятся так как описано выше.

4.2.4. Прибор допускает производить разделенное измерение величины переменной и потояной составляющих входного сигнала. Такие измерения производятся с применением метода компенсации постоянной составляющей.

Для использования этого метода первоначально производится грубое измерение величины постоянной составляющей по методике п. 4.2.3. (см. рис. 28).

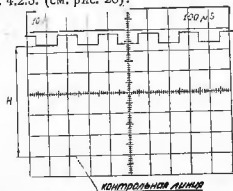


Рис. 28. Измерение постоянной составляющей сигнала.

Затем исследуемый сигнал отключается от входа « $\ominus$ 1MΩ30pF» переключатель входа устанавливается в положение «1» переключатель выбора коэффициентов отклонения — в положение « $\uparrow$ ». В зависимости от величины измеренной постоянной составляющей по табл. 5 определяется значение коэффициента отклонения. Найденное по табл. 5, значение устанавливается с помощью кнопок «<» или «>».

Таблица 5

Уровень постоянной		Коэффициент отклонения, мВ/см	Примечание
миним. В	максим. В		
	±2,5	10	
±2,5	±5	20	
±5	±12,5	50	
±12,5	±25	100	
±25	±50	200	
±50	±125	500	
±125	±200	1 В/см	

К гнездам «U—компенс.» подключается вольтметр с входным сопротивлением не менее 20 кОм/В и предельным отклонением порядка 3—5 В.

Наиболее удобно применять цифровой вольтметр постоянного тока, например, типа В7-16.

Линия луча устанавливается по центру экрана, затем переключатель входа переводится в положение «U—компенс.» и с помощью ручки регулировки напряжения компенсации установить напряжение компенсации равным нулю (показание вольтметра В7-16 должно быть «0000 В»). Линия развертки при этом должна находиться по центру экрана с точностью ±0,5 см. С помощью ручки « $\uparrow$ » линия луча вновь устанавливается по центру экрана и на гнездо « $\oplus$ 1MΩ30pF» вновь

подается исследуемый сигнал. Вращая ручку плавной регулировки напряжения компенсации в сторону того знака уровней, который получен из предварительного измерения, необходимо совместить нижнюю кромку изображения сигнала с центральной линией шкалы ЭЛТ и отсчитать первое показание вольтметра. Затем, вращая ручку в ту же сторону, необходимо совместить с центром экрана верхнюю кромку изображения сигнала и отсчитать второе показание вольтметра.

Если сигнал симметричный, то величина постоянной составляющей определяется по формуле:

$$U_{\text{пос}} = (U_1 + \frac{U_2 - U_1}{2}) \cdot K \cdot 10^3, \quad (13)$$

где $U_{\text{пос}}$ — величина постоянной составляющей в В;

U_1 — первое показание вольтметра в В;

U_2 — второе показание вольтметра в В;

K — установленный коэффициент отклонения в В/дел;

Если исследуемый сигнал несимметричный, то в этом случае отдельно определяется уровень нижней и верхней кромки изображения сигнала по формуле:

$$U_{\text{пос1}} = U_1 \cdot K \cdot 10^3; U_{\text{пос2}} = U_2 \cdot K \cdot 10^3, \quad (14)$$

где $U_{\text{пос1}}$ — уровень постоянной составляющей нижней кромки сигнала в В;

$U_{\text{пос2}}$ — уровень постоянной составляющей верхней кромки сигнала в В;

$U_1; U_2$ — показания вольтметра;

K — значение установленного коэффициента отклонения.

Если измерение с компенсацией постоянной составляющей при коэффициенте отклонения 5 мВ/дел, то при этом в нем.

Формулы вместо коэффициента «К» подставляется величина «0,01 В/дел».

Пример. При первоначальном измерении величины постоянной составляющей полученное значение ± 55 В (см. рис. 28). В соответствии с таблицей 5 измерение с применением компенсации проводится при коэффициенте отклонения 500 мВ/дел. Измерение напряжения компенсации производится цифровым вольтметром В7-16. Показания вольтметра при первом отсчете составляли 1,064 В, а при втором — 1,17 В. Поскольку исследуемый сигнал имеет симметричную форму, то подсчет точного значения величины постоянной составляющей ведем по формуле (13).

$$U_{\text{пос}} = (1,064 + \frac{1,17 - 1,064}{2}) \cdot 0,5 \cdot 100 = 55,85 \text{ В.} \quad (15)$$

Одновременно проведем расчет уровня верхней и нижней кромок сигнала

$$U_{-1} = 1,064 \cdot 0,5 \cdot 100 = 53,2 \text{ В;}$$

$$U_{-2} = 1,17 \cdot 0,5 \cdot 100 = 58,5 \text{ В.}$$

Изложенный метод кроме измерения величины постоянной составляющей позволяет при необходимости производить измерение размаха исследуемых сигналов. При таких измерениях размах сигнала определяется формулой:

$$U_p = (U_2 - U_1) \cdot K \cdot 100, \quad (16)$$

где U_p — величина размаха напряжения в В;
остальные величины те же, что и в формуле (14).

Так в приведенном примере:

$$U_p = (1,17 - 1,064) \cdot 0,5 \cdot 100 = 5,3 \text{ В.}$$

4.2.5. Для измерения интервала времени между двумя точками сигнала необходимо установить на экране по методике п. 4.2.2 или 4.2.3 устойчивое изображение сигнала, а затем с помощью ручек перемещения луча по вертикали « $\updownarrow$ » и по горизонтали передвинуть изображение сигнала 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 линии развертки не требует какого бы то ни было изменения методики, так как при этом выписываемый коэффициент растяжки уменьшается в 10 раз.

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

$$f = \frac{1}{T}, \quad (17)$$

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.

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

4.2.7. Измерение времени нарастания основано на том же методе измерения интервалов времени. Основная разница заключается в точках, между которыми производится 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 проводить 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 в положение « $\approx$ »;
- подать на вход « $\ominus$ 1М Ω 30 pF» исследуемые импульсы;

в) установить переключатель выбора коэффициентов отклонения в положение « $\llcorner$ » и с помощью кнопок « $\leftarrow$ » или « $\rightarrow$ », а также ручки плавной регулировки « $\sim$ » установить размер изображения импульса равным 8 дел.;

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

д) установить переключатель выбора коэффициентов развертки в положение « $\curvearrowright$ » и с помощью кнопки « $\leftarrow$ » выбрать такой коэффициент развертки, при котором изображение фронта импульса занимает более 3—4 дел.; ручка « $\sim$ » должна находиться в калиброванном положении;

е) с помощью ручек « $\leftarrow$ » и « $\rightarrow$ » изображение исследуемого фронта устанавливается так, чтобы точка с уровнем 0,1 находилась на одной из вертикальных линий шкалы ЭЛТ в левой части экрана (см. рис. 29).

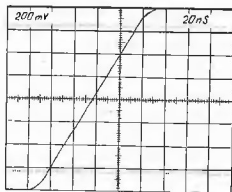


Рис. 29. Измерение времени нарастания импульса

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 20 нс/дел. В этом случае время нарастания импульса составляет

$$3,8 \text{ дел} \times 20 \frac{\text{нс}}{\text{дел}} = 76 \text{ нс.}$$

4.2.8. 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:

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

б) подать один из исследуемых сигналов на гнездо « $\oplus$ X», измерить размер горизонтальной линии на шкале ЭЛТ и отключить сигнал;

в) подать второй исследуемый сигнал на вход « $\oplus$ 1M Ω 30pF» и установить такой коэффициент развертки, чтобы вертикальный размер линии на экране был равен ранее измеренной величине горизонтальной линии; при необходимости точную подгонку размера изображения нужно произвести ручкой « $\sim$ »;

г) подать снова сигнал на гнездо « $\oplus$ X» и с помощью ручек « $\updownarrow$ » и « $\leftarrow$ » отцентрировать изображение относительно вертикальной и горизонтальной градуированных осей шкалы ЭЛТ.

После этого измеряются расстояния А и Б как показано на рис. 30.

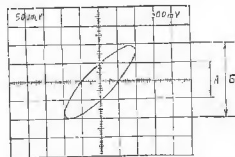


Рис. 30. Измерение разности фаз X—Y.

Угол сдвига фаз между исследуемыми сигналами определяется по формуле:

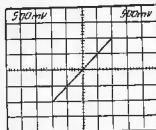
$$\varphi = \arcsin \frac{V}{B} \quad (18)$$

где φ — угол сдвига фаз в радианах;

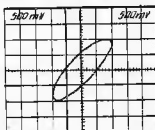
A — расстояние между точками пересеченных кривой с градуированной вертикальной осью в см;

B — максимальный вертикальный размер кривой в см.

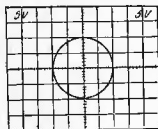
На рис. 31 изображены некоторые фигуры Лиссажу, которые соответствуют сдвигу фаз в пределах от 0 до 360°.



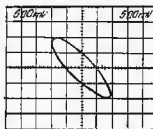
а) 0° или 350°



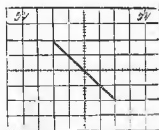
б) 30° или 330°



в) 90° или 270°



г) 150° или 210°



д) 180°

Рис. 31. Фигуры Лиссажу.

5. ХАРАКТЕРНЫЕ НЕИСПРАВНОСТИ И МЕТОДЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ

5.1. Метод разборки прибора и поиск неисправностей

5.1.1. В случае неисправности прибора следует в первую очередь отключить его от сети. Убедиться в исправности кабеля питания предохранителей на задней панели прибора. Чтобы получить доступ к элементам схемы для их осмотра и замены в случае неисправности, требуется снять крышки. Верхняя и нижняя крышки крепятся винтами, расположенными на боковых стяжках прибора. Для снятия их необходимо отпустить эти винты.

При выборе комплектующих изделий, устанавливаемых взамен вышедших из строя, следует учитывать их размеры и форму, которые могут повлиять на высокочастотные параметры прибора.

Для замены элементов, расположенных на платах, имеющих разъемы, необходимо отпустить винты, крепящие плату, и снять плату с прибора.

Замена элементов на платах, не имеющих разъемов, производится без снятия плат.

Чтобы получить доступ к некоторым элементам внутри прибора, иногда требуется снимать платы, не имеющие разъемов. Для этого следует отвинтить винты, крепящие плату к прибору, и откинуть плату.

Для съема блока вертикального отклонения или блоке синхронизации необходимо снять ручки управления блока, выходящие на переднюю панель, отвинтить винты, крепящие блок к передней панели и шасси прибора. Затем снять разъем питания блока и вынуть его из прибора.

Для того, чтобы получить доступ к ЭЛТ, необходимо:

- снять заднюю крышку прибора;
- снять панель ЭЛТ;
- отпаять провода, идущие к катушкам поворота луча;
- отсоединить провод высокого напряжения;
- снять винты, крепящие экран к передней панели прибора;
- отпустить винт, стягивающий хомут в хвостовой части ЭЛТ;
- сдвинуть экран назад на 40—50 мм, приподнять его выше уровня передней панели и отпаять провода, идущие к лампочкам подсчета шкалы ЭЛТ;
- вынуть экран из прибора.

Для того, чтобы вынуть ЭЛТ из экрана, необходимо отпус-

допусков, то можно предположить, что источник работает правильно. Отклонения значений напряжений указывают на непрерывную 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.

5.2. Краткий перечень возможных неисправностей

5.2.1. Возможные неисправности и методы их устранения приведены в табл. 7.

Таблица 7

Вид неисправности	Вероятная причина неисправности	Методы устранения неисправности
1. Прибор не включается.	Перегорел предохранитель Пр2 (И22.048.005 Э3) Неисправен тумблер В3 (И22.048.005 Э3) или разъем Ш12 (И22.048.005 Э3) Обрыв в питающем кабеле Обрыв в первичной обмотке трансформатора Тр (И22.048.005 Э3) или подводящих к нему проводов.	Проверьте предохранитель, неисправный замените. Проверьте исправность тумблера и разъема. Замените питающий кабель. Проверьте трансформатор и поступление на него напряжения питающей сети.
2. При выключении тумблера «СЕТЬ» перегорает предохранитель Пр2 или сильно греется трансформатор Тр.	При включении прибора в сеть напряжением 220 В тумблер В2 (И22.048.005 Э3) находится в положении «115 В, 400 Нз». Короткое замыкание или значительная перегрузка в первичной или вторичной цепях трансформатора Тр (И22.048.005 Э3).	Переведите тумблер В2 (И22.048.005 Э3) в положение «50, 400 Нз, 220 В». Проверьте трансформатор и его первичные и вторичные цепи.

Продолжение табл. 7

Вид неисправности	Вероятная причина неисправности	Методы устранения неисправности
3. Не стабилизируют стабилизаторы +5, +10, +60, +27, минус 10 В	Пробиты выпрямительные диоды Д1—Д17 (У22). Пробиты электролитические конденсаторы С12, С13, С14, С15, С18, С22, С23 (И22.048.005 Э3) Короткое замыкание или перегрузка в выпрямителях или в стабилизаторах Неисправны транзисторы Т1—Т9 (И22.048.005 Э3) или транзисторы, расположенные на платах У21, У23—У25 Неисправны стабилизаторы Д1 (У23), Д1 (У24), Д2 (У24), Д1 (У25), Д3 (У24). Пробит стабилизатор Д2 (И22.048.005 Э3) Обрыв цепи нагрузки стабилизаторов, то есть они работают на холостом ходу.	Проверьте диоды, неисправные замените. Проверьте конденсаторы, неисправные замените. Найдите и устраните неисправность. Проверьте транзисторы, неисправные замените. Проверьте стабилизаторы, неисправные замените. Проверьте стабилизатор, неисправный замените. Устранить обрыв в цепи нагрузки стабилизаторов.
4. Отсутствуют или сильно занижены выходные напряжения стабилизаторов +5, +10, +80, +27, минус 10 В.	Неисправны транзисторы Т1—Т9 (И22.048.005 Э3) или транзисторы, расположенные на платах У21, У23—У25 Не поступает на вход стабилизаторов напряжение. Короткое замыкание или перегрузка на выходе одного или нескольких стабилизаторов	Проверьте транзисторы, неисправные замените. Проверьте напряжения на входе стабилизаторов. Устраните причину отсутствия напряжения. Устраните короткое замыкание или перегрузку на выходе стабилизаторов.

Вид неисправности	Вероятная причина неисправности	Методы устранения неисправности
5. Напряжения на выходе стабилизаторов +5, +10, +27, +80, минус 10 В завышены и не регулируются соответствующими потенциометрами.	Неисправные транзисторы Т1—Т9 (И22.048.005 Э3) или транзисторы, расположенные на платах У21, У23—У25	Замените предохранители. Перед включением устраните причину перегрева предохранителей.
6. Пульсации стабилизаторов +5, +10, +80, минус 10, +150, +9000, минус 3030, минус 2950 В больше нормы.	Обрыв цепи нагрузки стабилизаторов Коллектор транзистора Т1 (И22.048.005 Э3) соединен с корпусом Неисправный потенциометр R9 (У24), R7 (У21, У23, У25). Не стабилизируют стабилизаторы Обрыв в цепи одного из диодов Д1—Д17 (У22) Обрыв или некачественное уменьшение емкости конденсаторов С12—С16, С18, С19, С22—С24, С16 (И22.048.005 Э3), любого из конденсаторов, расположенных на платах У21, У23—У25 и в преобразователе высоковольтном И23.211.028 Э3. Перегрузка источников.	Проверьте транзисторы, неисправные замените. Устраните обрыв в цепи нагрузки стабилизаторов. Устраните причину соединения коллектора транзистора с корпусом. Проверьте потенциометры, неисправные замените. Устраните причину отсутствия стабилизации. Устраните причину обрыва. Проверьте конденсаторы, неисправные замените. Устраните перегрузку.
	Занижено напряжение на входе стабилизаторов.	Устраните причину уменьшения напряжения на входе стабилизаторов.

Вид неисправности	Вероятная причина неисправности	Методы устранения неисправности
7. Завышены напряжения +9000, минус 3030, минус 2950 В	Неисправны транзисторы высоковольтного преобразователя И23.211.028. Закорочены резисторы R11—R13 (плата И22.032.098 Э3). Пробит диод Д1 (И23.211.028 Э3). Увеличены напряжения стабилизаторов +80, минус 10 В	Проверьте транзисторы, неисправные замените. Устраните причину короткого замыкания. Проверьте диод, неисправный замените. Устраните причину увеличения напряжений.
8. Занижены или отсутствуют напряжения +9000, минус 3030, минус 2950 В	Короткое замыкание или перегрузка на выходе одного или нескольких источников. Занижены или отсутствуют напряжения стабилизаторов +80, +10, +27, минус 10 В. Перегорел предохранитель Пр (плата) И22.032.098 Э3) Неисправны транзисторы преобразователя высоковольтного И23.211.028 Э3	Устраните короткое замыкание или перегрузку на выходе источников. Устраните причину уменьшения или отсутствия напряжений. Замените предохранитель. Проверьте исправность транзисторов, неисправные замените.
9. Отсутствует луч на экране ЭЛТ.	Плохой контакт пайки ЭЛТ Неисправна ЭЛТ Нет всех необходимых питающих напряжений ЭЛТ. Неисправна схема усилителя Z.	Исправьте контакт пайки, замените панель ЭЛТ. Замените ЭЛТ. Проверьте и устраните неисправности в цепях питания ЭЛТ. Проверьте и устраните неисправности в усилителе Z.

Продолжение табл. 7

Вид неисправности	Вероятная причина неисправности	Методы устранения неисправности
10. Луч не перемещается по вертикали, при нажатии кнопки «ПОИСК ЛУЧА» луч появляется в пределах экрана.	Разбалансирован усилитель У. Неисправен резистор R4 « ↓ » (И22.068.789). Неисправен предварительный усилитель У, транзисторы Т1—Т23 (И22.030.166 Э3). Неисправен выходной усилитель У, транзисторы Т1—Т10 (И22.030.167 Э3).	Произведите балансировку усилителя У. Замените резистор. Проверьте исправность транзисторов Т1—Т23, неисправные транзисторы замените. Проверьте исправность транзисторов Т1—Т10, неисправные транзисторы замените.
11. Нет сигнала на экране ЭЛТ.	Обрыв входного кабеля Неисправен предварительный усилитель У, транзистор Т1 (И22.030.166 Э3). Не включается соответствующий делитель аттенюатора.	Исправьте или замените входной кабель. Проверьте транзистор Т1, в случае неисправности замените. Проверьте исправность магнитоуправляемых контактов КЭМ-2 в схеме их включения, неисправные элементы замените.
12. Отсутствует сигнал на выходе калибратора.	Неисправны микросхема У1, транзистор Т1, диоды Д1—Д4 (И22.085.022 Э3). Обрыв кабеля, подключающего к коммутатору И23.600.119 (У8).	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.

Продолжение табл. 7

Вид неисправности	Вероятная причина неисправности	Методы устранения неисправности
13. Отсутствие синхронизации изображения исследуемого сигнала: а) при работе прибора в ждущем режиме запуска развертки «Z.»; — при внешней синхронизации «1:1»; 1:10 ВНЕШ.	Неисправна цепь прохождения сигнала: Ш1, R1, B1, B2 (И22.048.005 Э3). Неисправны элементы схемы синхронизации: транзисторы Т1—Т4, Т5, Т6, Т11, Т14 (И22.075.015 Э3) и микросхемы У1, У2 пикового детектора (И25.404.010).	Проконтролируйте прохождение сигнала в этой цепи до точки 20 платы синхронизации. И22.075.015 Э3. Замените неисправный элемент или восстановите их раскладку. Подложите на внешний вход блока синхронизации сигнал собственного калибратора амплитудой 0,6 В. Проверьте прохождение сигнала по цепи синхронизации от точки 1 до точки 20 платы синхронизации И22.075.015 Э3. Отсутствие сигнала на элементе по цепи его прохождения говорит о неисправности элемента или цепей питания. Замените неисправный элемент.
— при внутренней синхронизации;	Оборван кабель, соединяющий точку И22.030.166 Э3 с переключателем R1-1 блока синхронизации	Восстановите или замените кабель.
б) при работе прибора в автоколебательном режиме развертки.	Неисправна схема автоматического мультипликатора: транзисторы Т20, Т23, Т24; диоды Д14, Д16, Д17.	Проверьте исправность элементов. Неисправный замените.
14. В режимах «Z.» и «Z.» не переключается полярность синхронизации.	Неисправен переключатель В1 «+», «—» (И22.075.015 Э3) или оборваны провода, подходящие к нему.	Проверьте переключатель, неисправный замените. Оборванные цепи восстановите.
15. Не работает ручка «УРОВЕНЬ».	Неисправен потенциометр R6 (И22.048.005 Э3), оборваны провода, идущие к нему.	Проверьте R6, в случае неисправности замените. Восстановите оборванные цепи.

Продолжение табл. 7

Вид неисправности	Вероятная причина неисправности	Методы устранения неисправности
16. Не работает генератор развертки в режимах «Z» и «Z».	Неисправны элементы схемы развертки И22.081.020 ЭЗ; Т2, Т3, Т5—Т10, Т11—Т15, Д1, Д3, Д6, Д8, Д14, Д18—Д28.	Проверьте соответствие потенциалов на электродах транзисторов карт режимов. Проверьте исправность транзисторов и диодов. Неисправный заменит.
17. Отсутствует перемещение луча по горизонтали.	Неисправен усилитель Х; транзисторы Т1—Т12, диоды Д4, Д9—Д11 (И22.032.094 ЭЗ), потенциометры R22 и R24 (И22.048.005 ЭЗ).	Проверьте исправность элементов. Неисправный замените.

5.3. Регулирование и настройка

5.3.1. Регулирование и настройка прибора производится в том случае, если в процессе ремонта производилась замена электронно-лучевой трубки, микросхем, полупроводниковых приборов или других элементов.

5.3.2. Регулировка источников питания производится совместно со всеми узлами осциллографа в рабочем положении.

Для регулирования и проверки параметров источников питания необходимы следующие измерительные приборы:

- вольтметр В7-16;
- киловольтметр С50/8;
- киловольтметр С196;
- осциллограф С1-68;
- комбинированный прибор Ц4313;
- ампервольтваттметр Д552.

Регулируемый осциллограф подключается к питающей сети. Напряжение сети контролируется ампервольтваттметром Д552 на пределе измерения 300 В. Ток потребления осциллографа контролируется ампервольтваттметром Д552 на пределе измерения 1 А. Ток потребления должен быть не более 0,6 А.

После предварительного самопрогрева осциллографа в течение 10 минут можно приступать к проверке и регулировке параметров источников питания. Проверка и регулировка всех выходных напряжений источников питания производится при напряжении питающей сети 220 В.

Вольтметром В7-16 (предел измерения 10 В) измеряются напряжения между 6 и 9 выводами плат И23.233.122 ЭЗ (У23) и И23.233.122 ЭЗ (У25). Они должны быть в пределах от 9,9 до 10,1 В. Их подрегулировка осуществляется переменными резисторами R7 (У23), R7 (У25). Напряжение питающей сети изменяется от 198 до 242 В. Напряжения источников +10 В и минус 10 В могут измениться не более чем на 0,004 В.

Вольтметром В7-16 (предел измерения 100 В) измеряется напряжение на конденсаторе С16 (И22.048.005 ЭЗ). Оно должно быть в пределах от 79 до 81 В. Его подрегулировка осуществляется переменным резистором R9 (У24). Напряжение питающей сети изменяется от 198 до 242 В. Напряжение источника +80 В может измениться не более чем на 0,03 В.

Вольтметром В7-16 (предел измерения 10 В) измеряется напряжение между 5 и 8 выводами платы И23.233.124 ЭЗ (У21). Оно должно быть в пределах от 4,9 до 5,1 В. Его подрегулировка осуществляется переменным резистором R7 (У21). Напряжение питающей сети изменяется от 198 до 242 В. Напряжение источников +5 В может измениться не более чем на 0,01 В.

Вольтметром В7-16 (предел измерения 1000 В) измеряется напряжение на положительном выводе конденсатора С19 (И22.048.005 ЭЗ) относительно корпуса прибора. Оно должно быть в пределах от 143 до 158 В. Вольтметром В7-16 (предел измерения 100 В) измеряется напряжение на конденсаторе С24 (И22.048.005 ЭЗ). Его подрегулировка осуществляется переменным резистором R30 (И22.048.005 ЭЗ). Оно должно быть в пределах от 25 до 30 В и выставляться переменным резистором R30 (И22.048.005 ЭЗ) таким, чтобы при максимальной яркости луча ЭЛТ срыв стабилизации напряжения минус 2950 В происходил при напряжении питающей сети 190 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 И23.211.028:

- подключать и отключать измерительные приборы для контроля напряжения минус 2950, 3030, плюс 9000 В при включенном осциллографе;
- прикасаться к измерительным приборам и разделительным конденсаторам;
- проводить регулировку осциллографа лицам, не имеющим допуска к работам с напряжением выше 1000 В.

Измерьте киловольтметром С196 напряжение +9000 В. Оно должно быть в пределах от 8600 до 9400 В. Киловольтметром

С96 измеряется напряжение —3030 В. Оно должно быть на 60—100 В больше напряжения минус 2950 В.

Подрегулировка напряжений минус 2950, 3030, плюс 9000 В осуществляется переменным резистором R1 (И22.032.098 ЭЗ), а напряжения минус 3030 В — дополнительно переменным резистором R1 (И23.211.028 ЭЗ).

Измерение пульсаций источников минус 2950 и минус 3030 В производится осциллографом С1-68 через разделительный конденсатор К15-5-Н70-6,3 кВ-4700 пФ, а источника +9000 В через разделительный конденсатор КВИ-2-16-150 пФ.

Измерение пульсаций источников +5, +10, +80, минус 10, +150 В производится осциллографом С1-68 на выводах 5 и 8 платы И23.233.124 ЭЗ (У21), на выводах 6 и 9 платы И23.233.122 ЭЗ (У26), на выводах 6 и 11 платы И23.233.123-01 ЭЗ (У24), на выводах 9 и 6 платы И23.233.122 ЭЗ (У23), на положительном полюсе конденсатора С19 (И22.048.005 ЭЗ) относительно корпуса. Величины пульсаций не должны превышать значений, указанных в табл. 4.

5.3.3. При регулировке схемы ЭЛТ включите прибор в сеть и после 5-минутного прогрева проверьте действие ручек «* СИГН.» и «⊙».

Если с помощью ручки «* СИГН.» не удастся обеспечить требуемую для измерений яркость изображения или при крайнем левом положении ручки видна линия на экране ЭЛТ, то регулировкой резистора R1 (И23.211.028 ЭЗ), выведенного из высоковольтного блока, установите требуемую яркость изображения.

Сфокусируйте изображение на экране ЭЛТ поворотом ручек «⊙» и «⊗». Если это не удастся или фокусировка луча происходит при крайнем положении ручки «⊙», необходимо произвести корректировку фокусировки. Для этого установите ручку «⊙» в среднее положение и подбором резистора R3 (И22.048.005 ЭЗ), добейтесь наилучшей фокусировки изображения.

Для совмещения горизонтальной линии развертки с горизонтальной линией сетки экрана ЭЛТ необходимо переключатель «~, ⊥, ∞» поставить в положение «⊥» и ручкой «↑» установить линию в центре экрана. ЭЛТ. Регулировкой потенциометра R2 (И22.048.005 ЭЗ) совместите линию развертки с горизонтальной линией сетки экрана ЭЛТ.

Для совмещения оси Y с вертикальной линией сетки экрана

ЭЛТ подайте на вход усилителя Y сигнал калибратора и установите изображение на экране ЭЛТ высотой не менее 4 делений. Регулировкой ручки «↔» переместите начало изображения в центр экрана. Установите переключатель режимов развертки в положение «Z», а переключатель выбора источника синхронизации — в положение «1:1 ВНЕШН.». Вращением ручки «* СИГН.» вправо высветите на экране две точки. Для повышения точности установки яркости. Регулировкой ручки «↔» и потенциометром поворота луча по вертикали R1 (И22.048.005 ЭЗ) совместите обе точки с центральной вертикальной линией сетки экрана ЭЛТ.

Если не удастся совместить горизонтальную линию развертки с горизонтальной линией или ось Y с вертикальной линией сетки экрана ЭЛТ вышеописанными регулировками, то нужно поменять местами концы отклоняющих катушек соответственно по X или Y и вновь провести регулировку.

Для устранения геометрических искажений изображения осциллограммы служит потенциометр R13 (И22.048.005 ЭЗ). Подайте на вход усилителя Y сигнал частотой 1 МГц с генератора Г4-102А. Установите высоту изображения осциллограммы на экране ЭЛТ, равную 8 делениям. Длительность развертки установите равной 50 мс/дел. Регулировкой потенциометра R13 добейтесь одинаковой высоты осциллограммы в начале, середине и конце развертки.

5.3.4. Для регулировки калибратора подключите к гнезду «⊕» частотомер ЧЗ-34. Установите переключатель «1 кГц, ==» в положение «1 кГц», а переключатель «0,06 В, 0,6 В» — в положение «0,6 В». Регулируя потенциометром R3 (И22.085.022 ЭЗ), установите частоту калибратора равной 1 кГц. Затем переключатель «1 кГц, ==» установите в положение «==», к гнезду «⊖» подключите вольтметр В7-16 и потенциометром R9 (И22.085.022 ЭЗ) установите величину выходного напряжения равной 0,6 В.

5.3.5. Для регулировки усилителя Y перед регулировкой центровки смещения закоротите выход линии задержки на плате выходного усилителя Y, не отсоединяя линии от схемы. Включите прибор, установите автоматический режим работы генератора развертки и после 15 мин. прогрева прибора регулировкой потенциометра R10 (И22.030.167 ЭЗ) установите линию развертки в центре экрана ЭЛТ. Отсоедините закоротку и ручкой «↑» на контрольной точке «Гн 5» платы

И22.030.166 установить потенциал равный нулю. Переключатель « $\sim$, $\perp$, ∞ , U » — компенс. должен находиться в положении « $\perp$ », при коэффициенте отклонения по вертикали равном 10 мВ/дел. Потенциометром «БАЛАНС» установите линию развертки по центру экрана ЭЛТ.

Переключите коэффициент отклонения по вертикали в положение 5 мВ/дел и потенциометром R21 (И22.030.166 Э3) установите линию развертки в центре экрана ЭЛТ.

Для регулировки усиления усилителя У установите коэффициент отклонения по вертикали в положение 10 мВ/дел, ручку « γ » — в калиброванное положение. Подайте на вход усилителя У импульсный сигнал с калибратора амплитудой 60 мВ. Установите на экране ЭЛТ устойчивое изображение. Потенциометром R88 (И22.030.166 Э3) « ∇ », выведенным под шлиц на переднюю панель, установите размер осциллограммы равным 6 делениям.

5.3.6. При регулировании аттенуатора для его компенсации установите переключатель входа « $\sim$, $\perp$, ∞ , U » компенс. в положение « ∞ », коэффициент отклонения по вертикали — в положение 20 мВ/дел. Подайте на вход усилителя У импульсный сигнал с калибратора осциллографа С1-19Б амплитудой 100 мВ. Установите на экране ЭЛТ устойчивое изображение. Скомпенсируйте внутренний делитель 1:2 путем подстройки конденсатора С21 (И22.243.014 Э3). При этом прямоугольные импульсы калибратора не должны иметь искажений. Затем установите коэффициент отклонения 50 мВ/дел, подайте на вход усилителя У импульсный сигнал амплитудой 200 мВ и с помощью подстройки конденсатора С24 скомпенсируйте делитель 1:5.

Для компенсации делителя 1:10 установите коэффициент отклонения 100 мВ/дел, подайте на вход усилителя У импульсный сигнал амплитудой 500 мВ и добейтесь прямоугольной формы импульсов подстройкой конденсатора С9-1.

Установите коэффициент отклонения 1 В/дел, подайте на вход усилителя У импульсный сигнал амплитудой 5 В и с помощью подстройки конденсатора С12-1 скомпенсируйте делитель 1:100.

Для регулирования входной емкости установите коэффициент отклонения 10 мВ/дел, подайте на вход усилителя У через переходную RC цепочку (рис. 32) импульсный сигнал с калибратора осциллографа С1-19Б амплитудой 100 мВ.

Установите на экране ЭЛТ устойчивое изображение. Скомпенсируйте регулировкой подстроечного конденсатора С переходную RC цепочку. Форма сигнала на экране ЭЛТ должна

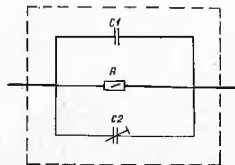


Рис. 32. Схема калибратора входа.

R — резистор С2-14-0,25 1 МОм $\pm 0,5\%$ А.
C1 — конденсатор КТ-1-М47-24 $\phi 5 \pm 3$.
C2 — конденсатор КТ2-18-1,5/10 пФ.

быть наиболее близкой к прямоугольной. Затем установите коэффициент отклонения 20 мВ/дел, увеличьте сигнал калибратора до 200 мВ и с помощью регулировки подстроечного конденсатора С18 установите форму импульсов наиболее близкой к прямоугольной. Установите коэффициент отклонения 50 мВ/дел, увеличьте сигнал калибратора до 500 мВ, и с помощью регулировки подстроечного конденсатора С22 установите форму импульсов близкую к прямоугольной.

Для установления входной емкости делителя 1:10 установите коэффициент деления 100 мВ/дел, увеличьте сигнал калибратора до 1 В и необходимую регулировку произведите конденсатором С3.

Аналогично произведите регулировку делителя 1:100 конденсатором С7 при коэффициенте отклонения 1 В/дел. При этом на вход необходимо подать импульсный сигнал амплитудой 10 В.

5.3.7. Регулирование переходной характеристики усилителя У.

Подайте на вход усилителя У импульсный сигнал калибратора амплитудой 0,06 В. Установите на экране ЭЛТ один период импульса калибратора высотой 6 делений.

Подбором резисторов R126, R131 (И22.030.166 Э3) добейтесь формы импульса наиболее близкой к прямоугольной.

Подайте на вход усилителя У испытательный импульс положительной полярности от генератора Г5-39. Установите устойчивое изображение на экране ЭЛТ с высотой осциллограммы, равной 6 делениям при коэффициенте отклонения 10 мВ/дел.

Регулировку времени нарастания переходной характеристики проводят при коэффициенте развертки 10 нс/дел путем регулировки элементов R29, C34 (И22.243.014 Э3), C16, C44 (И22.030.166 Э3) и R18, C9, C10 (И22.030.167 Э3), учитывая при регулировке допустимую величину выброса переходной характеристики и неравномерности вершины.

Корректировку времени нарастания переходной характеристики при коэффициенте отклонения « 5 мВ/дел » производите регулировкой конденсатора C14 (И22.030.166 Э3) и, при необходимости, подбором резистора R39 (И22.030.166 Э3).

Если не удается настроить переходную характеристику при коэффициенте отклонения 5 мВ/дел, то необходимо более тщательно провести настройку при коэффициенте отклонения 10 мВ/дел.

5.3.8. Регулировка выносного делителя 1:10 (И22.727.080 Э3).

Перед регулировкой переходной характеристики делителя 1:10 скомпенсируйте его следующим образом. Установите коэффициент отклонения 10 мВ/дел и подключите делитель ко входу « ⊕ 1MΩ30 pF ». При этом показание коэффициента отклонения на экране ЭЛТ должно увеличиться в 10 раз.

Регулировкой конденсатора C2 (И22.727.081) установите прямоугольную форму импульса (сплошная линия рис. 33). На рис. 33 штриховой линией указаны крайние положения вершины импульса при вращении C2. Такое симметричное изменение достигается подбором конденсатора C1* (И22.727.080 Э3).



Рис. 33. Импульс калибратора.

Если при вращении C2 (У2) вершина импульса остается заваленной, то величину емкости C1* нужно увеличивать, а если поднятой, то уменьшать.

Для регулировки переходной характеристики делителя 1:10 подайте испытательный импульс положительной полярности с генератора Г5-39 по согласованному кабелю на вход делителя, подключенного к осциллографу С1-78. Установите изображение на экране ЭЛТ высотой 6 делений. Регулировкой резисторов

R1 и R2 (И22.727.081) установите необходимую величину времени нарастания переходной характеристики делителя 1:10 вместе с осциллографом. Величина выброса на переходной характеристике не должна превышать допустимой величины.

5.3.9. Регулировка схемы синхронизации.

Установите переключатель выбора источника синхронизации в положение «ВНУТР», переключатель вида синхронизации — в положение «~», переключатель выбора режима синхронизации — в положение « ⊕ ».

Установите ручку «УРОВЕНЬ» в среднее положение. Для этого необходимо каким-либо осциллографом измерить напряжения на базе транзистора T10 (И22.075.015 Э3) при крайнем левом и крайнем правом положениях ручки «УРОВЕНЬ», а затем ручкой «УРОВЕНЬ» выставить среднее значение напряжения.

С помощью потенциометра R19 (И25.404.010) установите на базе транзистора T10 напряжение минус 0,2 В.

Подайте на вход усилителя вертикального отклонения синусоидальный сигнал частотой 100 кГц и амплитудой, равной 4 делениям по шкале осциллографа. Сместите изображение сигнала по вертикали так, чтобы сигнал был симметричным относительно средней (нулевой) горизонтальной линии.

Синхронизация должна быть устойчивой и точка запуска развертки должна находиться на нулевой линии. Если запуск осуществляется не на нулевой линии, то необходимо подобрать резистор R49*.

Поставьте переключатель выбора режима синхронизации в положение « ⊕ » и снимите сигнал со входа вертикального усилителя. Потенциометрами R1 и R4 выставьте напряжение минус 0,2 В на коллекторах транзисторов У2-3 и У1-3 (И25.404.010) соответственно.

Регулировка схемы растяжки импульса (И22.075.015 Э3) осуществляется следующим образом.

При отсутствии сигнала на входе схемы синхронизации потенциометром R11 выставьте нуль на базе транзистора T30.

Переключатель выбора коэффициентов развертки поставьте в положение « ⊕ » и подайте на вход схемы синхронизации положительный импульсный сигнал длительностью 200 нс и частотой повторения Т 2,5 мкс.

Осциллографом С1-64 или другим высокочастотным осциллографом контролируйте пилообразное напряжение на гнезде Гн8.

Если пилообразное напряжение ограничивается сверху (см. рис. 34а), то необходимо регулировкой потенциометра R102 устранить это ограничение (рис. 34б).

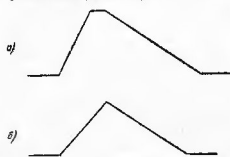


Рис. 34. Регулировка схемы растяжки импульса.

Подключите осциллограф к гнезду Гн11. Длительность наблюдаемого положительного импульса должна быть равной 2 мкс. Если длительность импульса не равна 2 мкс, подрегулируйте ее потенциометром R97.

5.3.10. Регулировка схемы генератора развертки (И22.081.020 ЭЗ).

Выход из строя любого из элементов схемы генератора развертки приводит к потере работоспособности. После замены неисправных элементов необходимо произвести регулировку.

Поставьте переключатель выбора коэффициентов развертки в положение « Φ », а переключатель выбора режима развертки — в положение «Z». Сигнал на входе схемы синхронизации должен отсутствовать и развертка также должна отсутствовать.

Установите переключатель выбора режима развертки в положение «Z» на экране осциллографа должна появиться линия развертки. Если линия развертки отсутствует, подберите резистор R29* до получения линии развертки.

Поставьте переключатель выбора коэффициентов развертки в положение « Φ » и подайте на вход усилителя вертикального отклонения от импульсного генератора Г5-53 сигнал с частотой 100 кГц. На экране осциллографа один период должен занимать не менее 2,2 и не более 8 делений шкалы. Изменяя частоту генератора Г5-53 проверьте, что переключение генератора развертки на меньший коэффициент развертки происходит при размере одного периода сигнала Т 2,2 деления, а на больший коэффициент развертки — при Т 8 де-

лений. Минимальный размер одного периода исследуемого сигнала устанавливается потенциометром R62, а максимальный — потенциометр R65.

5.3.11. Регулировка усилителя X.

Регулировка усилителя X производится при положении « Φ » множитель развертки поставьте в положение «X1», потенциометр R17 (И22.048.005 ЭЗ) переведите в крайнее правое положение. Подайте на вход усилителя вертикального отклонения сигнал частотой 100 кГц от счетчикового делителя ИК3-15 и с помощью потенциометра R31 (И22.032.094 ЭЗ) откалибруйте развертку так, чтобы на 10 делениях шкалы осциллографа укладывалось точно 10 периодов исследуемого сигнала.

Поставьте множитель развертки в положение «X0,1» и на вход Y подать сигнал частотой 1 МГц. Откалибруйте развертку с помощью потенциометра R35 (И22.032.094 ЭЗ).

Проверьте линейность развертки при коэффициенте развертки 20 ис/дел. Для этого подайте на вход Y синусоидальный сигнал частотой 25 МГц.

Сместите изображение так, чтобы развертка начиналась от первой вертикальной линии шкалы осциллографа (рис. 35). Линейность проверьте по двум периодам влево и вправо от центральной линии.

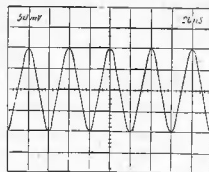


Рис. 35. Проверка линейности на высоких скоростях развертки.

Регулировкой конденсаторов C16 и C17 (И22.032.094 ЭЗ) подстройте длительности периодов влево и вправо от центра так, чтобы они были равны.

Проверьте сдвиг изображения при переключении множителя развертки из положения «Х1» в положения «Х0,1».

Для этого при коэффициенте 100 мкс/дел и при положении множителя развертки «Х1» от счетчикового делителя ИКЗ-15 подайте сигнал такой частоты, чтобы на шкале осциллографа укладывалось три импульса. Установите средний импульс на центральную вертикальную линию.

Переключите множитель развертки в положение «Х0,1». Сдвиг изображения среднего импульса должен быть не более одного деления. В противном случае подрегулируйте сдвиг изображения потенциометра R45 (И22.032.094 Э3).

5.3.12. Регулировка схемы усилителя Z (И22.035.210 Э3).

Заземлите гнездо Гн1 и резистором R13* добейтесь такого режима усилителя Z, чтобы при вращении ручки потенциометра R13 (И22.048.005 Э3) форма прямоугольного импульса подсвета не менялась, т. е. не наблюдалось искажение фронтов и вершины прямоугольного импульса.

Вставьте коэффициент развертки 100 нс/дел и конденсатором С5 подкорректируйте импульс подсвета так, чтобы не было выброса на вершине импульса.

Снимите «землю» с гнезда Гн1 и заземлите гнездо Гн2. Резистором R12* добейтесь такого режима, усилителя Z, чтобы при вращении ручки потенциометра R12 (И22.048.005 Э3) форма прямоугольного импульса подсвета индикации не менялась. Форму импульсов на выходе усилителя Z контролируйте осциллографом С1-64 или другим высокочастотным осциллографом.

6. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

Профилактические работы

При вскрытии прибора и проведении профилактических работ необходимо соблюдать меры безопасности, указанные в разделе 8.

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, крепление деталей и узлов на шасси прибора, состояние контролки гаек, надежность паек и контактных соединений, отсутствие сколов и трещин на деталях из керамики и пластмасс.

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 тряпкой.

Надежность работы переключателей и других вращающихся элементов можно увеличить за счет смазки. Для смазки основных втулок переключателей и других деталей использовать технический вазелин.

Смазка производится аккуратно, т. к. попадание смазочных веществ на ножи переключателей или элементы на платах может привести к выходу прибора из строя.

7. ПОВЕРКА ОСЦИЛЛОГРАФА

Настоящий раздел устанавливает методы и средства проверки осциллографа универсального автоматического С1-78. Периодичность поверки — один раз в год.

7.1. Операции и средства поверки

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

Примечания: 1. Вместо указанных в таблице 8 образцовых и вспомогательных средств поверки разрешается применять другие аналогичные измерительные приборы обеспечивающие измерения соответствующих параметров с требуемой точностью.

2. Все средства поверки должны быть исправны, поверены и иметь видимость (отметки в формулярах или паспортах) о государственной или ведомственной поверке.

В таблице 9 приведены необходимые при поверке основные технические характеристики на основные и вспомогательные средства поверки.

Таблица 8

Номер пункта раздела поверки	Наименование операций, производимых при поверке	Поверяемые отметки	Допускаемые значения потребностей или предельные значения отклонений при измерении	Средства поверки образцовые	Испытательные
7.3.1	Внешний осмотр				УС-48, УС-53
7.3.2	Отробование				
7.3.3	Определение метрологических параметров:				
а)	определение ширины линии луча;		0,8 мм (А) 1,0 мм (Б)	МЛБ-2	
б)	определение основной погрешности коэффициентов отклонения;	Все значения коэффициента отклонения при высоте изобращения 5 дел.	4%	ВЛ-4 (П-9)	
в)	определение основной погрешности коэффициентов разветвления;	Все значения коэффициентов разветвления на участках длиной 4, 6 и 10 деления при максимальной разветвленности рабочей части разветвления при выключенной резке.	4%	УЗ-34 (П-9)	УЗ-56/Л, УЗ-102А, УЗ-26
д)	определение времени нарастания,	Все значения коэффициентов отклонения для положительных, нулевых или отрицательных импульсов.	12 нс при коэффициенте отклонения 5 мВ/дел 10 нс при отклонении 5 В/дел; и 5 В/дел;	УЗ-0306	

Продолжение табл. 8

Номер пункта раздела поверки	Наименование операций, производимых при поверке	Поверяемые отметки	Допускаемые значения потребностей или предельные значения отклонений при измерении	Средства поверки образцовые	Испытательные
г)	определение величины пика перекосной характеристики тракта верикального отклонения;	Все значения коэффициентов отклонения положительных или отрицательных импульсов.	5%	УЗ-0306	
е)	определение силы вершины перекосной характеристики тракта верикального отклонения при закрытом входе;	При коэффициенте отклонения 0,01 В/дел.	10%	УЗ-53	
ж)	определение времени установления и неравномерности перекосной характеристики тракта верикального отклонения.	Все значения коэффициентов отклонения для положительных или отрицательных импульсов.	36 нс при коэффициенте отклонения 5 мВ/дел и 5 В/дел 30 нс при остальных коэффициентах отклонения и неравномерность не более 2% (после времени установления) и 4% (на участке времени установления)	УЗ-39	

7.2. Условия поверки и подготовка к ней

7.2.1. При проведении операций поверки должны соблюдаться следующие условия:

температура окружающей среды $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$;
относительная влажность воздуха $(65 \pm 15)\%$;
атмосферное давление (100 ± 4) кПа $[(760 \pm 30)$ мм рт. ст.];
напряжение питающей сети $220 \pm 4,4$ В для сети с частотой 50 Гц;
 $(220 \pm 4,4)$ В или $(115 \pm 2,5)$ В для сети с частотой 400 Гц;
частота питающей сети $(50 \pm 0,5)$ Гц и (400 ± 12) Гц с содержанием гармоник до 5%.

Допускается проводить поверку в рабочих условиях, если при этом не ухудшается соотношение погрешности поверяемого и образцового приборов.

Помещение, в котором производится поверка, не должно иметь вибраций и сотрясений, в нем не должно быть источников сильных электромагнитных полей.

7.2.2. Перед проведением поверки должны быть выполнены подготовительные работы, оговоренные в разделе «ПОДГОТОВКА ОСЦИЛЛОГРАФА К РАБОТЕ» настоящего технического описания и подготовлены вспомогательные устройства (кабели, нагрузки, разветвители) из комплектов поверяемого прибора и образцовых средств поверки.

Поверяемый осциллограф и средства поверки должны быть заземлены и выдержаны во включенном состоянии в течение времени, указанном в эксплуатационной документации на них.

7.3. Проведение поверки

7.3.1. Внешний осмотр.

При внешнем осмотре должно быть установлено соответствие поверяемого осциллографа следующим требованиям:

поверяемый осциллограф должен быть укомплектован в соответствии с разделом 4 формуляра;

поверяемый осциллограф не должен иметь механических повреждений крышек, лицевой панели, регулировочных элементов, все надписи на панелях должны быть четкими и ясными.

Осциллографы, имеющие дефекты, бракуются и направляются в ремонт.

7.3.2. Опробование.

а) Допускается проводить опробование сразу после включения осциллографа.

б) Опробование проводят при помощи генераторов импульсов.

Таблица 9

Наименование средства поверки	Основные технические характеристики средства поверки		Рекомендуемые средства поверки	Примечание
	Пределы измерения	Поправки		
Установка для поверки электронных вольтметра	$U_{\text{изм.}}$ 10·10 ⁻³ -300 В $f_{\text{изм.}}$ 0, 55, 400, 1000 Гц	$\delta = 0,3\% \pm 3 \text{ мВ}$ $\sim 0,5\% \pm 3 \text{ мВ}$	B1-4	
Генератор сигналов многократной	$f_{\text{ген.}}$ 20-200·10 ³ Гц $U_{\text{ген.}}$ 4,9-49 В $S_{\text{ген.}}$ 0-100 дБ	2,5 дБ 0,8 дБ	Г3-56/1 Г4-102А	
Генератор сигналов высокочастотный	$f_{\text{ген.}}$ 0,1-50 МГц $U_{\text{ген.}}$ 5·10 ⁻³ -0,5 В $S_{\text{ген.}}$ 0-110 дБ	1 % 1,5 дБ	Г5-48	
Генератор импульсов	$t_{\text{изм.}}$ 6-500·10 ⁻⁹ с $U_{\text{изм.}}$ 0,1-10 В $f_{\text{изм.}}$ 0,1-1·10 ³ Гц $t_{\text{пр.}}$ 0,3·10 ⁻⁶ -0,5 с $U_{\text{пр.}}$ 0,1-10 В	(0,11±3) мс 10 %	Г5-53 Г6-26	
Генератор импульсов специальной формы	$f_{\text{ген.}}$ 0,5-100 Гц $U_{\text{ген.}}$ 5·10 ⁻³ -10 В	2 % 2,5 %	Г6-26	
Генератор импульсов	$f_{\text{ген.}}$ 500 Гц $t_{\text{пр.}}$ 80·10 ⁻⁹ с $S_{\text{пр.}}$ 0,25·10 ⁻⁹ с $U_{\text{изм.}}$ 0,08-40 В	10 %	ГР-0306 тип 1149	
Частотомер электроимпульсный	$f_{\text{изм.}}$ 10-50·10 ³ Гц $t_{\text{изм.}}$ 1·10 ⁻⁷ -1 с	$\delta = 1 \cdot 10^{-7}$	ЧЗ-34	

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 (см. табл. 93). Допускается использование нескольких типов генераторов импульсов, перекрывающих необходимые диапазоны.

в) Проверку работы осциллографа в автоколебательном режиме производят по пп. 4.1.13 раздела «ПОРЯДОК РАБОТЫ» настоящего описания.

Осциллограф переводят в автоколебательный режим и проверяют: наличие линии развертки электронного луча на экране электронно-лучевой трубки, регулировку яркости и фокусировку луча; смещение луча в горизонтальном и вертикальном направлениях.

г) Проверка работы органов регулировки коэффициента развертки.

Для проверки регулировки коэффициента развертки приборы соединяют согласно рис. 36.

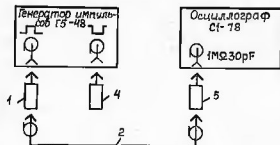


Рис. 36.

- где 1 — Аттенуатор 20дБ (из комплекта ЗИП Г5-48).
2 — Кабель ГВ4.850.084-02 (ЖЗ) (из комплекта ЗИП Г5-48).
3 — Переход коаксиальной 32-114/4 (из комплекта ЗИП Г5-48).
4 — Нагрузка 50 Ом (из комплекта ЗИП Г5-48).

Органы управления проверяемого осциллографа установить в следующие положения:

переключатель входа (« $\sim$, $\perp$, ∞ , ∞ U-комп.») — в положение « ∞ ».

переключатель выбора коэффициентов отклонения (« $\odot$, $\odot$, $<$, $>$ ») в положение « $\odot$ »;

переключатель выбора коэффициентов развертки (« $\odot$, $\odot$, $\odot$ ») в положение « $\odot$ ».

Вручную установить коэффициент отклонения равным 100 мВ/дел, также вручную установить коэффициент развертки — 10 нс/дел.

Положение остальных органов управления осциллографа согласно п. 3.3.1 раздела «ПОДГОТОВКА ПРИБОРА К РАБОТЕ» настоящего описания.

Затем подать от генератора Г5-48 при включенной внутренней нагрузке одиночные испытательные импульсы положительной полярности частотой 100 кГц. Органам регулировки генератора установить на экране ЭЛТ амплитуду основного импульса генератора 4 деления, его длительность 5 делений, а задержку относительно начала развертки 1—2 деления. Увеличивая фиксированное значение коэффициента развертки наблюдать уменьшение ширины импульсов на экране ЭЛТ. При достижении ширины изображения импульса одного деления длительность импульса увеличивают так, чтобы ширина изображения на экране ЭЛТ снова была равна пяти делениям по горизонтали, при этом частоту повторения уменьшить. При коэффициенте развертки 100 мкс/дел вместо генератора Г5-48 подключить генератор Г5-53 согласно схеме рис. 37 и производить дальнейшую проверку.

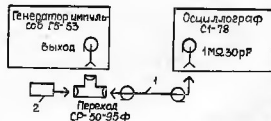


Рис. 37.

- 1 — Кабель высокочастотный 4.851.081-26 Сп (из комплекта ЗИП Г5-53).
2 — Нагрузка 50 Ом (из комплекта ЗИП Г5-53).

Частоту повторения уменьшают до тех пор, пока ее значение не достигнет 20 Гц и дальнейшую проверку проводят при этой частоте.

При коэффициенте развертки 10 мкс/дел проверить действие ручки плавной регулировки коэффициента развертки « $\div$ », для чего необходимо повернуть ее влево до упора, при этом ширина изображения импульса на экране должна уменьшиться приблизительно в 2,6 раза.

д) Проверка работы осциллографа в режиме внутреннего запуска.

Средства измерений соединить, как в п. 7.3.2 г.

Проверку работы осциллографа в режиме внутренней синхронизации проводить испытательными импульсами с параметрами и в положениях органов управления приборов аналогично исходным параметрам и положениям органов управления п. 7.3.2г.

Для перевода осциллографа в режим внутренней синхронизации необходимо переключатель выбора источника синхронизации поставить в положение «ВНУТР.», а переключатель выбора режима и полярности синхронизации — в положение « $\div$ » и «+». С помощью ручки «УРОВЕНЬ» добиться устойчивого изображения импульса на экране ЭЛТ.

Затем уменьшить амплитуду импульсов генератора до значения 0,8 деления по экрану осциллографа, при этом изображение импульса должно быть устойчивым и нестабильность запуска развертки не должна превышать 0,1 деления при коэффициенте развертки 10 нс/дел. При необходимости допускается проводить подрегулировку синхронизации с помощью ручки «УРОВЕНЬ» и «СТАБ. ВЧ.».

е) Проверка работы органов регулировки коэффициента отклонения.

Средства измерений соединить как в п. 7.3.2г.

Вручную установить коэффициент отклонения равным 5 мВ/дел, также вручную установить коэффициент развертки—100 мкс/дел. Переключатель выбора режима и полярности синхронизации установить в положение « $\div$ » и «+».

Остальные органы управления установить как в п. 7.3.2г.

Подать от генератора импульсы амплитудой 25 мВ, частотой 1 кГц.

Органами регулировки генератора установить на экране ЭЛТ амплитуду 5 делений, а его длительность 5—6 делений.

Ручкой «УРОВЕНЬ» добиться устойчивого изображения импульса на экране ЭЛТ. Увеличивая ручную фиксированное

значение коэффициента отклонения, наблюдать уменьшение высоты импульса на экране. При достижении высоты импульса половины деления по вертикали амплитуду импульсов генератора увеличить так, чтобы высота изображения импульса на экране ЭЛТ снова была равна пяти делениям по вертикали.

При коэффициенте отклонения 200 мВ произвести проверку действия ручки плавной регулировки коэффициента отклонения (« $\div$ ») для чего необходимо повернуть ее влево до упора, при этом высота изображения по вертикали должна уменьшиться приблизительно в 2,5 раза.

4. 3.3. Определение метрологических параметров.

а) Определение ширины линии луча.

Средства измерений соединить согласно рис. 38.

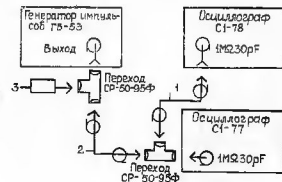


Рис. 38.

- 1 — Кабель высокочастотный 4.851.081-26Сп из комплекта ЗИП Г5-53;
- 2 — Кабель И24.650.088Сп из комплекта ЗИП С1-78;
- 3 — Нагрузка 50 Ом (из комплекта ЗИП Г5-53).

Ширину линии луча в вертикальном направлении определяют методом косвенного измерения при помощи генератора Г5-53.

Установите период следования импульсов генератора 100 мкс, длительность импульсов 50 мкс, амплитуду импульсов 2 В.

Вручную установите коэффициент развертки 10 мкс, а коэффициент отклонения 5 В.

На экране наблюдают две горизонтальные линии. Ручкой « $\updownarrow$ » перемещают изображение к верхней границе рабочего участка экрана ЭЛТ. Устанавливают удобную для измерения яркость и фокусируют луч. Изменяют амплитуду импульсов до значения U_1 при котором светящиеся линии соприкасаются.

Затем при помощи осциллографа С1-77 измеряют амплитуду U_1 . Ширину линии луча по вертикали d_v в мм вычисляют по формуле:

$$d_v = \frac{U_1}{L_v}$$

где U_1 — амплитуда импульсов, В;

L_v — коэффициент отклонения по вертикали, равный 5 В/дел.

Ширину линии луча в горизонтальном направлении определяют также методом косвенного измерения при помощи генератора импульсов Г5-53 и источника пилообразного напряжения. В качестве источника ПН используется осциллограф С1-77 (рис. 39).

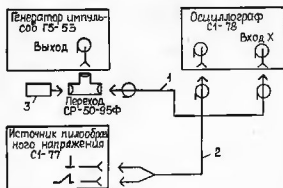


Рис. 39.

- 1 — Кабель в. ч. 4.851.081-26Сп (из комплекта Г5-53).
2 — Кабель И24.850.086 Сп (из комплекта С1-78).
3 — Нагрузка 50 Ом (из комплекта Г5-53).

Режим работы и значение параметров такие же как и при измерении ширины линии луча по вертикали, кроме этого переключатель (Z, Z, ВНЕШ.) установить в положение «ВНЕШ.», переключатель выбора источника синхронизации («ВНУТР.»

«СЕТЬ», «ВНЕШ. 1:1», «ВНЕШ. 1:10») — в положение «ВНЕШ. 1:1» что соответствует коэффициенту отклонения по горизонтали 500 мВ/дел.

На экране ЭЛТ наблюдают две вертикальные линии. Изменяя значение коэффициента отклонения по вертикали, устанавливают высоту изображения линий возможно близкую к длине рабочего участка шкалы ЭЛТ по горизонтали. Затем, изменяют амплитуду импульсов до значения U_2 при котором две светящиеся вертикальные линии соприкасаются. А амплитуду импульсов генератора U_2 измеряют при помощи осциллографа С1-77.

Ширину линии луча d_r по горизонтали вычисляют по формуле:

$$d_r = \frac{U_2}{L_r}$$

где U_2 — амплитуда импульсов на выходе генератора, В;
 L_r — коэффициент отклонения по горизонтали.

Ширину линии луча в вертикальном и горизонтальном направлениях определяют в середине и на границах рабочего участка ЭЛТ.

Ширина линии луча не должна превышать 0,8 мм, (А) и 1,0 мм, (Б).

б) Определение основной погрешности коэффициента отклонения.

Основная погрешность коэффициентов отклонения определяется методом прямого измерения установкой для проверки электронных вольтметров В1-4 для всех значений коэффициентов отклонения при вертикальном размере изображения равном 4, 6 и 8 делений.

При проверке изображения сигнала должно располагаться симметрично относительно горизонтальной оси шкалы ЭЛТ, а выбор коэффициента производить вручную.

Перед проверкой прибор должен быть откалиброван по внутреннему калибратору согласно пп. 3.3.4, 3.3.6 раздела «ПОДГОТОВКА ПРИБОРА К РАБОТЕ» настоящего технического описания.

На вход осциллографа подать сигнал от установки В1-4. Величина напряжения определяется по формуле:

$$U_k = \frac{h_0 \cdot K_0}{2} \quad (19)$$

где U_k — калиброванное напряжение, устанавливаемое переключателями установки В1-4, мВ;

h_0 — требуемая высота изображения, дел;

K_0 — значение проверяемого коэффициента отклонения, мВ/дел.

Изменяя в небольших пределах выходное напряжение установки В1-4 нужно установить размах изображения сигнала на экране ЭЛТ равным заданной величине (4, 6 и 8 делений) и по индикатору установки В1-4 отсчитать величину погрешности калиброванного коэффициента отклонения.

Основная погрешность коэффициента отклонения должна быть не более 4%.

Примечание. Вместо установки В1-4 возможно использовать прибор для проверки электронных осциллографов И1-9.

в) Определение основной погрешности коэффициентов развертки.

Основную погрешность коэффициента развертки определяют при помощи генераторов сигналов ГЗ-56/1, Г4-102А, генератора импульсов Г6-26 и электронно-счетного частотомера ЧЗ-34.

Проверке подвергаются все значения коэффициента развертки как без растяжки, так и с ней (переключатель растяжки включен).

Коэффициенты разверток, не превышающие 5 мкс/дел, измеряют по схеме рис. 40, а коэффициенты развертки, превышающие 5 мкс/дел, измеряют по схеме рис. 41. Коэффициенты развертки, превышающие 2 нс/дел, измеряют по схеме рис. 42.

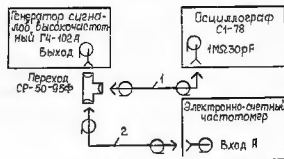


Рис. 40.

- 1 — Кабель И24.850.088 Сл (из комплекта ЗИП С1-78);
2 — Кабель высокочастотный 4.851.081-26Сл (из комплекта ЗИП Г5-53)

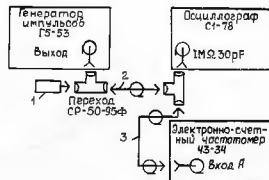


Рис. 41.

- 1 — Нагрузка 50 Ом (из комплекта Г5-53);
2 — Кабель И24.850.088 Сл (из комплекта С1-78);
3 — Кабель в ч. 4.861.081-26 Сл (из комплекта Г5-53).

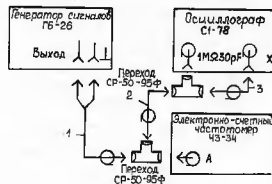


Рис. 42.

- 1 — Кабель И24.850.086 Сл (из комплекта С1-78);
2 — Кабель И24.850.088 Сл (из комплекта ЗИП С1-78);
3 — Кабель И24.850.088 Сл (из комплекта ЗИП С1-78);

Перед проверкой развертка калибруется по внутреннему калибратору, затем вручную коэффициент отклонения луча по вертикали устанавливается равным 200 мВ/дел и на вход « $\ominus$ » 1 М Ω 30 pF» подается испытательный сигнал размахом 4—5 делений.

Проверка производится на 4, 6 и 10 делениях шкалы ЭЛТ. Проверку проводят начиная с начальных четырех делений рабочего участка развертки.

Предварительно частота или период испытательного сигнала устанавливается в зависимости от контролируемого коэффициента развертки по табл. 10. Для точного измерения частоты испытательного сигнала параллельно входу осциллографа подключается электронный частотомер ЧЗ-34.

Путем плавной подрегулировки частоты генератора добиваются точного совмещения 4 периодов испытательного сигнала (6 или 10 периодов) с 4 делениями шкалы ЭЛТ и с помощью частотомера измеряют точное значение частоты или периода.

Проверка погрешности при включенной растяжке производится аналогично на 8 делениях шкалы ЭЛТ в начале, середине и конце линии развертки в пределах ее рабочей части. Предварительно частота или период испытательного сигнала устанавливается в зависимости от контролируемого коэффициента развертки по табл. 10.

При коэффициенте развертки равном 10 нс/дел изображение сигнала на экране устанавливается так, чтобы два периода сигнала совмещались с 4 делениями шкалы.

На частотах от 2 до 200 Гц измерения производятся в ждущем режиме тракта горизонтального отклонения при ручной внутренней синхронизации. На частотах выше 200 Гц измерения производятся в автоколебательном режиме тракта горизонтального отклонения при автоматической внутренней синхронизации.

Переключатель вида синхронизации на частотах от 2 до 20 Гц должен устанавливаться в положение « $\approx$ » на частотах от 20 до 20 $\cdot$ 10 3 Гц — в положение « $\sim$ НЧ», на частотах от 50 $\cdot$ 10 3 до 50 $\cdot$ 60 $\cdot$ 10 3 Гц — в положение « $\sim$ ».

Погрешность коэффициента развертки при контроле периода сигнала определяется по формуле:

$$\delta p = \frac{K_{ном} - K_p}{K_{ном}} \cdot 100 \quad (20)$$

где δp — погрешность коэффициента развертки, %;

$K_{ном}$ — номинальное, значение коэффициента развертки, с/дел;

Таблица 10

Коэффициент развертки	Тип генератора	Частота или период сигнала, соответствующий погрешности	Допустимые изменения частоты или периода сигнала, не превышающие $\pm 4,0\%$	Примечание
500 мс/дел	Г5-26	50000 мкс	484000—5516000 мкс	
200 мс/дел	Г5-26	200000 мкс	193600—206400 мкс	
100 мс/дел	Г5-26	100000 мкс	96800—103200 мкс	
50 мс/дел	Г5-26	60000 мкс	48400—51600 мкс	
20 мс/дел	Г5-26	20000 мкс	19360—20640 мкс	
10 мс/дел	Г5-26	10000 мкс	9680—10320 мкс	
5 мс/дел	Г5-26	5000 мкс	4840—5160 мкс	
2 мс/дел	Г5-53	2000 мкс	1936—2064 мкс	
1 мс/дел	Г5-53	1000 мкс	968—1032 мкс	
500 нс/дел	Г5-53	500000 нс	484000—516000 нс	
200 нс/дел	Г5-53	200000 нс	193600—206400 нс	
100 нс/дел	Г5-53	100000 нс	96800—103200 нс	
50 нс/дел	Г5-53	50000 нс	48400—51600 нс	
20 нс/дел	Г5-53	20000 нс	19360—20640 нс	
10 нс/дел	Г5-53	10000 нс	9680—10320 нс	
5 мкс/дел	Г4-102А	5000 нс	4840—5160 нс	
2 мкс/дел	Г4-102	2000 нс	1936—2064 нс	
1 мкс/дел	Г4-102А	1000000 Гц	1032000—968000 Гц	
500 нс/дел	Г4-102А	2000000 Гц	2064000—1936000 Гц	
200 нс/дел	Г4-102А	5000000 Гц	5516000—4840000 Гц	
100 нс/дел	Г4-102А	10000000 Гц	10320000—9680000 Гц	
50 нс/дел	Г4-102А	20000000 Гц	20640000—19360000 Гц	
20 нс/дел	Г4-102	50000000 Гц	51600000—48400000 Гц	
10 нс/дел	Г4-102	500000000 Гц	516000000—484000000 Гц	

K_p — действительное значение коэффициента развертки, с/дел.

Действительное значение коэффициента развертки определяется по формуле:

$$K_p = \frac{T_k}{I_p} \quad (21)$$

где T_k — временной интервал, занимающий соответствующее число делений, с;

I_p — размер изображения временного интервала, дел.

При контроле частоты T_k определяется как $1/f_k$, а при коэффициенте развертки 10 нс/дел — $2/f_k$.

Примечание. После несложных преобразований формула 10 приобретает вид:

$$\delta p = \left(1 - \frac{T_k}{T_0}\right) = \left(1 - \frac{f_0}{f_k}\right) \quad (10a)$$

Результат проверки считается удовлетворительным, если показания частотомера находятся в пределах допустимых значений, указанных в табл. 10, т. е. основная погрешность коэффициентов развертки не превышает $\pm 4\%$.

Примечание. Вместо генераторов ГЗ-56/1, Г4-102А, генератора импульсов ГЗ-26 и электронно-счетного генератора ЧЗ-34 возможно использование прибора для проверки электронных осциллографов ИИ-9.

г) Определение времени нарастания и времени установления переходной характеристики тракта вертикального отклонения.

Определение времени нарастания и времени установления переходной характеристики производится методом прямых измерений испытательными импульсами положительной и отрицательной полярности снимаемыми с генератора ТР-0306.

Синхронизация устанавливается внутреннего автоматическая, полярность синхронизации должна соответствовать полярности испытательного импульса. Величина изображения импульса по вертикали устанавливается в пределах 8 делений. Основные элементы импульса, контролируемые в этом случае, приведены на рис. 44.

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.

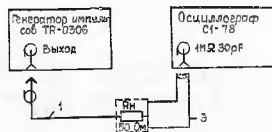


Рис. 43.

- 1 — Коаксиальный экранированный кабель RG-213/V, длина 1 м (из комплекта ЗИП ТР-0306);
- 2 — Нагрузка 50 Ом. В металлическом корпусе. Применяются резисторы УНУ-Ш-0,1-50/50 Ом или резистор С2-29-0,25-50 Ом $\pm 0,5\%$;
- 3 — Переход СР-50-8ПТВ.

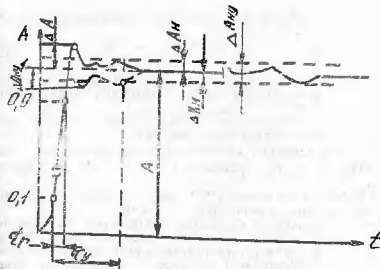


Рис. 44.

Время установления определяется как временный интервал от уровня 0,1 амплитуды импульса до момента, когда значение переходной характеристики после выброса достигнет допустимой величины неравномерности установившегося значения.

Результат проверки считается удовлетворительным, если время нарастания и время установления переходной характеристики при коэффициенте отклонения 5 мВ/дел и 5 В/дел не превышают 12 нс и 36 нс соответственно, а при остальных значениях коэффициента отклонения — 10 нс и 30 нс соответственно.

д) определение величины выброса на переходной характеристике тракта вертикального отклонения.

Величина выброса на переходной характеристике определяется методом прямых измерений путем подачи на вход осциллографа импульсов положительной и отрицательной полярности, снимаемых с генератора TR-0306, который подключается так же как в п. 7.3.3г.

Синхронизация устанавливается внутренняя автоматическая, полярность синхронизации должна соответствовать полярности испытательного импульса. Величина изображения импульса по вертикали устанавливается в пределах 8 делений. Основные элементы импульса, контролируемые в этом случае, приведены на рис. 44.

Величина выброса δ_n в процентах рассчитывают по формуле:

$$\delta_n = \frac{\Delta A}{A_1} \cdot 100 \quad (22)$$

где ΔA — значение выброса, как превышение над установившимся значением переходной характеристики, дел;

A_1 — установившееся (амплитудное) значение переходной характеристики, дел.

Результат проверки считается удовлетворительным, если величина выброса на переходной характеристике не превышает 5%.

е) Определение спада переходной характеристики, тракта вертикального отклонения при закрытом входе.

Средства измерений соединить согласно рис. 37. Спад вершины установившегося значения переходной характеристики при закрытом входе тракта вертикального отклонения производится при коэффициенте отклонения 10 мВ/дел по шкале ЭЛТ.

Выбор коэффициента отклонения производится вручную. Коэффициент развертки, также вручную устанавливается рав-

ным 2 мс/дел. Переключатель входа устанавливается в положение «~».

Проверка производится испытательными импульсами с периодом следования 20 мс и длительностью 10 мс, снимаемыми с генератора Г5-53. Синхронизация устанавливается внутренняя ручная: полярность синхронизации устанавливается в положение «~НЧ».

Величина изображения импульса по вертикали устанавливается разной 5 делениями.

Измерение спада вершины переходной характеристики при закрытом входе производится по вертикальному размеру изображения импульса в точке, отстоящей от начала импульса на время, равное длительности импульса, т. е. 10 мс (за начало принимается точка на переднем фронте, имеющая уровень 0,9 от амплитуды импульса).

Пример импульса приведен на рис. 45.

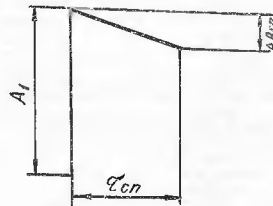


Рис. 45

Значение спада вершины $\delta_{сн}$ в процентах рассчитывается по формуле:

$$\delta_{сн} = \frac{\Delta A_{сн}}{A_1} \cdot 100 \quad (23)$$

где $\Delta A_{сн}$ — спад вершины, дел;

$t_{сн}$ — время, для которого определяется спад (в нашем случае $t_{сн} = 10$ мс).

Результат проверки считается удовлетворительным, если величина спада вершины установившегося значения переходной характеристики не превышает 10%.

ж) Определение неравномерности переходной характеристики тракта вертикального отклонения.

Неравномерность переходной характеристики определяется методом прямых измерений при всех значениях коэффициента отклонения выбор которых производится вручную.

Проверка производится испытательными импульсами положительной полярности, снимаемыми с генераторов TR-0306 и Г5-53 при величине изображения импульса по вертикали 5—8 делений.

Неравномерность переходной характеристики (отражения, синхронные наводки) измеряют на участке после времени установления и после времени установления как отклонения луча по вертикали, вызванные неполным согласованием схемы осциллографа, либо колебаниями, вызванными наводками, синхронными с запуском развертки и наложенными на изображение импульса (рис. 44).

Сначала измеряется неравномерность вершины при подаче на вход « $\oplus$ 1M Ω 30pF» испытательных импульсов от генератора TR-0306, который подключается также как в п. 7.3.3г.

Коэффициент развертки при этом вручную устанавливается равным 20 кс/дел.

Затем коэффициент развертки устанавливается равным 20 мкс/дел на вход « $\oplus$ 1M Ω 30pF» от генератора Г5-53 подают испытательные импульсы длительностью 150 мкс с периодом повторения 30 мкс который подключается также, как на рис. 37 и вновь измеряется неравномерность вершины переходной характеристики.

В обоих случаях переключатель входа должен устанавливаться в положение « $\approx$ ».

Значение неравномерности, δ_n , выраженное в процентах от установившегося значения переходной характеристики, рассчитывается по формуле:

$$\delta_n = \frac{\Delta A_n}{A_1} 100 \quad (24)$$

где ΔA_n — максимальное отклонение от установившегося значения переходной характеристики, дел;

A_1 — установившееся значение переходной характеристики, дел.

Результат проверки считается удовлетворительным, если величина неравномерности 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%.

7.4. Оформление результатов проверки

7.4.1. Результаты первичной проверки при выпуске из производства и ремонта осциллографов оформляют отметкой в паспорте.

7.4.2. На осциллограф, признанный годным при поверке поверяющими органами, выдают свидетельство установленной формы.

7.4.3. Результаты периодической ведомственной поверки оформляются документом, составленным ведомственной метрологической службой.

7.4.4. При отрицательных результатах поверки осциллограф в обращение не допускается.

Протокол поверки осциллографа С1-78

Наименование и единица измерения поверяемой характеристики	Величина	
	номинальная	фактическая
Ширина линии луча, мм, не более А (Б)	0,8 (1,0)	
Основная погрешность коэффициента отклонения, %, не более	± 4	
Основная погрешность коэффициентов развертки, %, не более	± 4	
Время нарастания переходной характеристики тракта вертикального отклонения, мс, не более	12 мс при 5 мВ/дел и 5 В/дел; 10 мс при остальных коэффициентах отклонения	
Время установления переходной характеристики тракта вертикального отклонения, мс, не более	36 мс при 5 мВ/дел и 5 В/дел; 30 мс при остальных коэффициентах отклонения	
Величина выброса на переходной характеристике тракта вертикального отклонения, %, не более	5	
Спад вершины переходной характеристики тракта вертикального отклонения при закрытом входе, %, не более	10	
Неравномерность переходной характеристики тракта вертикального отклонения, не более:	на участке времени установления, %	4
	после времени установления, %	2

8. ПРАВИЛА ХРАНЕНИЯ

Хранение приборов должно производиться при температуре в пределах от минус 40 до +30°C и относительной влажности воздуха до 95%. Срок хранения прибора не должен превышать 5 лет.

Если предполагается, что прибор долгое время не будет находиться в эксплуатации, требуется обязательная его консервация.

Консервация прибора производится в следующем порядке:

- очищается прибор и ЗИП от грязи и пыли. Если прибор подвергался воздействию влаги, необходимо его просушить в лабораторных условиях в течение двух суток;

- вилки, розетки, разъемы шнуров питания и кабелей заворачиваются в промысленную бумагу и обвязываются ниткой;

- металлические движущиеся части прибора смазываются техническим вазелином УИ. Электрические контакты не смазываются;

- прибор помещается в упаковочный ящик, который опломбируется.

9. ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ

9.1. Тара, упаковка и маркировка упаковки

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 (20±5)°C.

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. 46). Запасные части или принадлежности, подготовленные к упаковке, помещаются в картонную коробку или в пакет из пергамента А рулон 1 с и укладываются в гнезда укладочного ящика.

Эксплуатационная документация помещается в чехол из полиэтиленовой пленки, который герметически заваривают.

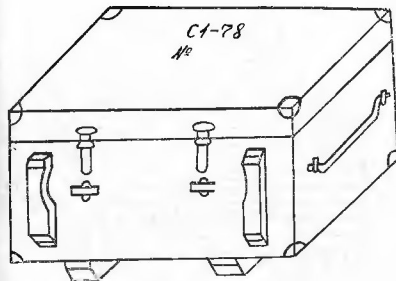


Рис. 46. Ящик укладочный.

После укладки осциллографа, ЗИП и эксплуатационную документацию укладывают в гнездо укладочного ящика. Укладочный ящик необходимо пломбировать, обернуть бумагой и поместить в чехол из полиэтиленовой пленки, который герметически заваривают.

Укладочный ящик в полиэтиленовом чехле укладывают в тарный ящик (рис. 47).

На тарном ящике должны быть нанесены предупредительные знаки «ВЕРХ, НЕ КАНТОВАТЬ», «ОСТОРОЖНО, ХРУПКОЕ», «БОИТСЯ СЫРОСТИ» и опознавательный знак, в котором указывается шифр осциллографа и заводской номер. Между стенками тарного и укладочного ящика помещают подушки из гофрированного картона.

Тарный ящик пломбуют, торцы обтягиваются стальной лентой, концы которой скрепляются в замок. На тарном ящике наносят все необходимые надписи в соответствии с рис 43 или заказ-нарядом.

9.2. Условия транспортирования

При транспортировании осциллографа укладочный ящик должен быть упакован в тарный ящик. Перед транспортированием тарный ящик должен быть опломбирован. Транспорти-

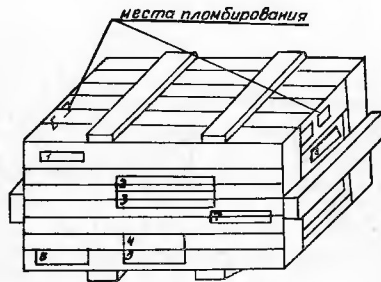


Рис. 47. Ящик тарный.

- 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.

рование 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.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Данные трансформатора И24.730.122

Электрическая схема	Номера выводов	Количе- ство витков	Вид обмотки	Выводы	Провод	L, мкГн
	1—2	10	кольце- вая в двух про- водах	собствен- ным про- водом $\phi = 35$ мм	ПЭТВ 0,23 мм	46±20%
	3—4	10				

Сердечник М2000НМ1-15 К7×4×2-1.

Данные катушки индуктивности И24.777.384-08

Электрическая схема	Индуктив- ность, мкГн		Провод	Количество витков	I доп А	Uр, В	Вид обмотки
	ном.	доп.					
	0,06	—	ПЭТВ 0,25 мм	5	0,35	250	Открытая однослойная виток к витку

Катушку индуктивности мотать на реакторе ОМЛТ-0,25-39 $\kappa_{ОМ} \pm 5\%$.

Данные отклоняющей катушки И24.769.003.

Электрическая схема	Сопротив- ление Ом	Провод	Количество витков	Выход	Вид обмотки
	600±2%	ПЭТВ 0,12 мм	2150	МГТФ 0,07	Открытая много- слойная виток к витку.

Данные индуктивности И24.775.035

Электрическая схема	Индуктив- ность, мкГн		Провод	Количе- ство витков	Вид обмотки
	ном.	доп.			
	0,3	±10%	ПЭТВ 0,20 мм	17	Открытая одно- слойная виток к витку.

Индивидуальность мотать на резисторе ОМЛТ-0,25-200 Ом±5%.

Данные индуктивности И24.775.036

Электрическая схема	Индуктив- ность, мкГн		Провод	Количе- ство витков	Вид обмотки
	ном.	доп.			
	0,2	±10%	ПЭТВ 0,20 мм	13	Открытая одно- слойная виток к витку.

Индуктивность мотать на резисторе ОМЛТ-0,25-370 Ом±10%.

Данные индуктивности И24.775.037-1

Электрическая схема	Индуктив- ность, мкГн		Провод	Количе- ство витков	Вид обмотки
	ном.	доп.			
	0,07		ПЭТВ 0,15 мм	6	Открытая одно- слойная виток к витку.

Индуктивность мотать на резисторе ОМЛТ-0,25-100 кОм±10%.

Данные индуктивности И24.775.037-2

Электрическая схема	Индуктив- ность, мкГн		Провод	Количе- ство витков	Вид обмотки
	ном.	доп.			
	0,15		ПЭТВ 0,15 мм	12	Открытая одно- слойная виток к витку.

Индуктивность мотать на резисторе ОМЛТ-0,25-100 кОм±10%.

Данные индуктивности И24.775.037-3

Электрическая схема	Индуктив- ность, мкГн		Провод	Количе- ство витков	Вид обмотки
	ном.	доп.			
	0,3		ПЭТВ 0,15 мм	17	Открытая одно- слойная виток к витку.

Индуктивность мотать на резисторе ОМЛТ-0,25-100 кОм±10%.

Данные индуктивности И24.777.077

Приложение 2

Электрическая схема	Индуктив- ность мкГн		Провод	Количество витков в секции		Общее ко- личество витков	Выходы	Вид обмотки
	ном.	доп.		I	II			
	600	$\pm 5\%$	ПЭЛШО 0,09 мм	200	200	400	прово- дом об- мотки	универ- сальная

Данные электромагнита И26.650.002

Электрическая схема	Сопротивле- ние обмот- ки, Ом	Количество витков	Провод	Размеры мм		Вид обмотки
				H	L	
	$480 \pm 10\%$	4000	ПЭТВ 0,08 мм	23,25	14,5	Открытая многослой- ная внавал

КАРТЫ РАБОЧИХ И ИМПУЛЬСНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ ПРИБОРА

Карта напряжений на транзисторах

Таблица 1

Позицион- ное обозна- чение	Тип транзистора	Напряжение, В			Примечание
		коллектор	эмиттер	база	

Осциллограф С1-78 И22.048.005 Э3

T1	2T903Б	9,8	4,85	5,56	
T2	2T903Б	7,76	0,05	0,75	
T3	П701А	110	106	109	
T4	П701А	109	81,44	82	
T5	2T808А	111	109,43	106	
T6	2T808А	105	80,27	80,89	
T7	2T903Б	17,29	9,93	10	
T8	2T903Б	34	27	27,5	
T9	П701А	34	27,5	30	
T10	П701А	17,6	-0,14	0	

Аттенуатор И22.243.014 Э3

T3	2T316Б	10	8	7,3	
T4	2T326Б	7,3	10,7	10	
У1	1HT251				
T1 (14, 13, 2)		10	-0,1	0,6	
T2 (4, 3, 12)		-1,85	-5,2	-4,5	
T3 (11, 10, 5)		10	-0,1	0,6	
T4 (7, 6, 9)		-1,85	-5,2	-4,5	

Усилитель «У» предварительный И22.030.166

T1	2T316Д	1,29	-0,7	0,1	Линия раз- вертки в центре эк- рана по вер- тикалям.
T2	2T316Д	1,29	-0,7	0,1	
T3	2T316Б	-2,94	-5,92	-5,16	
T4	2T316Б	-3,53	-5,79	-4,6	
T5	2T316Д	3,05	1,42	2,19	
T6	2T316Д	3,05	1,47	2,19	
T7	2T326Б	2,25	3,88	3,05	
T8	2T326Б	2,25	3,71	3,05	

Продолжение табл. 1

Позицион- ное обозна- чение	Тип транзистора	Напряжение, В			Примечание
		коллектор	эмиттер	база	
T9	2T326Б	0,8	5,29	4,58	
T10	2T326Б	0,8	5,29	4,58	
T11	2T326Б	-0,7	2,2	1,5	
T12	2T326Б	-0,7	2,2	1,5	
T13	2T326Б	4,4	0	-0,75	
T14	2T315Д	7,55	0	0,76	
T15	2T316Д	7,55	0	0,75	
T18	2T326Б	-3,11	1,5	0,8	
T19	2T326Б	-2,74	1,5	0,8	
T20	2T326Б	-10	-5,13	-0,3	
T21	1T311Д	-3,9	-5,85	-5,3	
T22	1T311Д	-3,9	-5,66	-5,3	
T23	2T326Б	-0,2	0	-0,7	
У1	1НТ251				
T1 (7, 6, 9)		0,9	0,72	-0,05	
T2 (11, 10, 5)		0,9	0,72	-0,05	
T3 (4, 3, 12)		0,9	0,72	-0,05	
T4 (14, 13, 2)		0,9	0,72	-0,05	
У2	159НТ1Б				
T1 (2, 4, 3)		5	-0,9	1,0	
T2 (8, 6, 7)		5	-0,9	1,0	
У3	159НТ1Б				
T1 (2, 4, 3)		1,5	-0,7	0,05	
T2 (3, 6, 7)		1,5	-0,7	0,05	
Пиковый детектор И25.404.011					
T1	2T326Б	-5,46	-0,4	-0,9	
T2	2T326Б	-5,45	-0,4	-0,9	
У1	198НТ3				

Продолжение табл. 1

Позицион- ное обозна- чение	Тип транзистора	Напряжение, В			Примечание
		коллектор	эмиттер	база	
T1 (3, 1, 2)	198НТ3	10	—0,5	0	
T2 (6, 4, 5)		10	—1,0	—0,5	
T3 (9, 7, 8)		0,2	—0,4	0,2	
T4 (10, 12, 11)		0,2	—6,1	—5,45	
У2					
T1 (3, 1, 2)		0,2	—0,4	0,2	
T2 (6, 4, 5)		0,2	—6,1	—5,45	
T3 (9, 7, 8)		10	0,5	0	
T4 (10, 12, 11)		10	—10	—0,5	
Калибратор И22.085.022					
T1	2Т312Б	4	—2,6	—2,5	
Усилитель «У» выходной И22.030.167					
T1	1Т311Д	3,5	—0,35	0	Линия раз- вертки в центре эк- рана по вер- тикали
T2	1Т311Д	3,5	—0,35	0	
T3	2Т326Б	0	4,2	3,5	
T4	2Т326Б	0	4,2	3,5	
T5	1Т313В	1,5	4,56	4,2	
T6	1Т313В	1,5	4,56	4,2	
T7	2Т610Б	7,3	0,04	1,5	
T8	2Т610Б	7,3	0,04	1,46	
T9	2Т904А	48,4	9,25	9,9	
T10	2Т904А	48,4	9,25	9,9	
Автоматика «Z» И22.070.122					
У1	1НТ251				Измерения автоматики производи- лись при коэффициен- те отклоне- ния 100 мВ/см коэффициен- те разверт- ки 100 мкс/см
T1 (14, 13, 2)		4,3	0,5	0,2	
T2 (4, 3, 12)		4,3	0,5	0	
T3 (11, 10, 5)		4,3	0,5	0,2	
T4 (7, 6, 9)		4,3	0,10	0,2	

Продолжение табл. 1

Позицион- ное обозна- чение	Тип транзистора	Напряжение, В			Примечание
		коллектор	эмиттер	база	
У2	1НТ251				
T1 (14, 13, 2)		4,26	0,10	0	
T2 (4, 3, 12)		4,27	0,10	0,2	
T3 (11, 10, 5)		0,10	0	0,5	
T4 (7, 6, 9)		0,5	0	0,07	
У3	1НТ251				
T1 (14, 13, 2)		4,27	0	0,6	
T2 (4, 3, 12)		0	0	0,15	
T3 (11, 10, 5)		0,24	0	0	
У5	1НТ251				
T1 (10, 12, 11)		-10	0,08	0	
T2 (3, 1, 2)		0,55	0,7	0	
T3 (6, 4, 5)		-10	0,07	0	
T4 (9, 7, 8)		-10	4,38	3,7	
У6	1НТ251				
T1 (7, 6, 9)		8,4	0	0,25	
T2 (14, 13, 2)		8,58	7,75	8,4	
T3 (4, 3, 12)		1,96	0	0,57	
T4 (11, 10, 5)		9,35	5,76	1,97	

Генератор знаков И23.054.012

У8	1НТ251				
T2 (14, 13, 2)		5,4	-0,86	-0,55	
T2 (4, 3, 12)		0,13	0	0,7	
T4 (11, 10, 5)		5,4	-0,65	-0,02	
T4 (7, 6, 9)		-0,55	-0,65	0	
У9	1НТ251				
T1 (14, 13, 2)		5,41	-1,1	-0,48	
T2 (4, 3, 12)		5,41	-1,1	-0,5	
T3 (11, 10, 5)		5,41	-1,1	-0,5	
T4 (7, 6, 9)		5,41	-1,1	-0,5	

Продолжение табл. 1

Позицион- ное обозна- чение	Тип транзистора	Напряжение, В			Примечание
		коллектор	эмиттер	база	
У10	1НТ251				
T1 (14, 13, 2)		5,41	-1,1	-0,5	
T2 (4, 3, 12)		5,41	-1,1	-0,5	
T3 (11, 10, 5)		5,41	-1,1	-0,5	
T4 (7, 6, 9)		5,41	-1,1	-0,5	
У11	1НТ251				
T1 (14, 13, 2)		5,41	-0,76	-0,14	
T2 (4, 3, 12)		-0,48	-0,61	0	
T3 (11, 10, 5)		5,42	-1,1	-0,43	
T4 (7, 6, 9)		-0,5	-0,63	0	
У12	1НТ251				
T1 (14, 13, 2)		5,42	-1,04	-0,72	
T2 (4, 3, 12)		-0,5	-0,59	0	
T3 (11, 10, 5)		5,41	-1,02	-1,01	
T4 (7, 6, 9)		-0,5	-0,63	0	
У13	1НТ251				
T1 (14, 13, 2)		5,42	-1,1	-1,5	
T2 (4, 3, 12)		-0,5	-0,6	0	
T3 (11, 10, 5)		5,41	-1,1	-1,59	
T4 (7, 6, 9)		-0,5	-0,6	0	
У14	1НТ251				
T1 (14, 13, 2)		5,41	-1,05	-1,89	
T2 (4, 3, 12)		-0,5	-0,6	0	
T3 (11, 10, 5)		5,4	-1,03	-2,17	
T4 (7, 6, 9)		-0,5	-0,6	0	

Продолжение табл. 1

Позицион- ное обозна- чение	Тип транзистора	Напряжение, В			Примечание
		коллектор	эмиттер	база	
У15	1НТ251				
Т1 (14, 13, 2)		0,76	-0,63	-2,6	
Т2 (4, 3, 12)		-2,6	-5,49	-4,85	
Т3 (11, 10, 5)		5,79	0	0,14	
Т4 (7, 6, 9)		0,25	0	0,73	

Усилитель «Z» И22.035.210

Т1	2Т326Б	-1,1	2,5	3,5	Ручки регу- лировки яр- кости «СИГН. » ИНД.» в среднем по- ложении
Т2	2Т326Б	1,8	2,5	1,8	
Т3	2Т316Б	3	1,8	0	
Т4	2Т316Б	3	-0,65	0	
Т5	2Т316Б	5,5	3	3,55	
Т6	2Т602Б	31	2,3	3	
Т7	2Т602Б	92	30,3	31	

Устройство синхронизации И22.075.015

Т3	2Т326Б	-6,5	0,75	0	Ручки «УРО- ВЕНЬ», «СТАБ. ВЧ» в сред- нее положе- ние. Пере- ключатели вада и по- лярности синхрониза- ций в поло- жениях «  » и «  »
Т4	2Т316Б	9	0	0,75	
Т5	2Т316Д	4,5	0	0,75	
Т7	2Т316Д	4,4	0	0,75	
Т8	2Т326Б	1,8	4,32	3,56	
Т9	2Т326Б	0,3	2,5	1,7	
Т10	2Т326Б	-5,7	0,5	-0,15	
Т12	2Т316Б	3,0	-0,3	0,1	
Т13	2Т316Б	4,1	-0,3	0,3	
Т14	1Т311Д	4,9	-0,25	0,1	
Т15	2Т316Б	3,6	0	0,1	
Т16	2Т316Б	0,4	0	0,5	
Т17	1Т313Б	0	3,4	3,0	
Т18	2Т316Б	0,4	0	0,6	
Т19	2Т316Б	4,7	-0,5	0,4	
Т20	2Т312Б	10,5	-0,9	0,55	
Т21	2Т316Б	4,5	0	-0,2	

Продолжение табл. 1

Позицион- ное обозна- чение	Тип транзистора	Напряжение, В			Примечание
		коллектор	эмиттер	база	
Т22	2Т316Б	3	0	0,2	
Т23	2Т326Б	-1,9	9,7	10	
Т24	2Т312Б	0,7	-0,9	-0,3	
Т26	2Т316Б	0,7	0	0,8	
Т27	2Т316Б	4,7	2	2	
Т28	2Т316Б	-0,7	-6,7	-6	
Т29	2Т326Б	-0,7	7,5	7	
Т30	2Т316Б	2,5	-0,5	0,1	
Т31	2Т316Б	0,5	-0,5	0,1	

Пиковый детектор И25.404.010

У1	198НТ3				
Т1 (3, 1, 2)		9,3	-0,6	-0,2	
Т2 (6, 4, 5)		9,3	-1,05	-0,6	
Т3 (9, 7, 8)		5,85	-0,5	0,8	
Т4 (10, 12, 11)		-0,1	-6,5	-5,85	
У2	198НТ7Б				
Т1 (9, 7, 8)		-9,3	0,6	0	
Т2 (3, 1, 2)		-9,3	1,05	0,6	
Т3 (6, 4, 5)		-5,85	-0,5	-0,8	
Т4 (10, 12, 11)		0,1	6,5	5,85	

Генератор развертки И22.081.020

Т1	2Т201Б	9,8	0	-0,45	Переключатель режима развертки в положении «Z»
Т2	2Т326Б	-3,2	-3,25	2,6	
Т3	2Т326Б	-1,3	3,25	3,5	
Т4	2Т201Б	4,6	4,7	1,6	
Т5	2Т326Б	-0,5	0	-0,66	Переключатель выбора коэффициентов раз- вертки в положении «  »
Т6	2Т326Б	-10	-2,55	-3,2	
Т7	2Т312Б	1,7	-2,54	-2	

Продолжение табл. 1

Позицион- ное обозна- чение	Тип транзистора	Напряжение, В			Примечание
		коллектор	эмиттер	база	
T8	2T312Б	7,8	-2,54	-2,4	
T9	2T326Б	-0,1	-0,13	9,1	
T10	2T312Б	9,5	3,3	3,7	
T11	2T326Б	0	6,5	0,8	
T13	2T312Б	5,8	0	0,7	
T14	2T312Б	9,9	5,1	5,76	
T15	2T312Б	9,9	5	5,1	

Коммутатор И22.242.026

T3	2T326Б	-10	0,3	0	
У4	1НТ251				
T1 (14, 13, 2)		31,19	3,0	3,4	
T2 (4, 3, 12)		31,3	3,0	0	
T3 (11, 10, 5)		31,32	3,0	0	
T4 (7, 6, 9)		3,04	0	0	
У5	1НТ251				
T1 (14, 13, 2)		0,16	0,1	0,75	
T2 (4, 3, 12)		31,33	0,1	0	
T3 (11, 10, 5)		31,85	0,1	0	
T4 (7, 6, 9)		0,1	0	0,7	
У6	1НТ251				
T1 (14, 13, 2)		31,36	0	0	
T2 (4, 3, 12)		1,07	0	0	
T3 (11, 10, 5)		1,1	0	0,1	
T4 (7, 6, 9)		1,1	0	0,1	
У7	1НТ251				
T1 (14, 13, 2)		—	0	0,6	
T2 (4, 3, 12)		—	0	0,1	

Продолжение табл. 1

Позицион- ное обозна- чение	Тип транзистора	Напряжение, В			Примечание
		коллектор	эмиттер	база	
У9	198НТ75				
T1 (10, 12, 11)		-10	0,1	0	
T2 (3, 1, 2)		-10	0,1	0	
T3 (9, 7, 8)		-10	0,1	0	
T4 (6, 4, 5)		-1,56	0,7	0	

Усилитель «Х» И22.032.094

T1	2T316Б	8	0	0,7	Ручками к $\longleftrightarrow$ Начало раз- вертки сов- мещено с началом шкалы эк- рана по горизонта- ли.
T2	2T316Б	8	0	0,7	
T3	2T316Б	8	0	0,7	
T4	2T316Б	8	0	0,7	
T5	2T326Б	0	8,7	8	
T6	2T326Б	0	8,7	8	
T7	2T326Б	0	3,7	8	
T8	2T326Б	0	8,7	8	
T9	1T313Б	-6	0,7	0,4	
T10	1T313Б	-6	0,7	0,4	
T11	2T602Б	60	0	0,7	Включе- но «х0,1»
T12	2T602Б	60	0	0,7	
У1	1НТ251				
T1 (14, 13, 2)		0,3	0	0,7	
T2 (4, 3, 12)		4,5	-1,4	-0,3	
T3 (7, 6, 9)		-1,25	-1,4	-0,7	

Автоматика «У» И22.076.006

У23	1НТ251				Измерения при коэффи- циенте от- клонения 100 мВ/см и коэффици- енте раз- вертки 100 мкс/см.
T1 (14, 13, 2)		5,96	5	5,71	
T2 (4, 3, 12)		5,97	0	0,12	
T3 (7, 6, 9)		5,97	0	0,12	

Продолжение табл. 1

Позицион- ное обозна- чение	Тип транзистора	Напряжение, В			Примечание
		коллектор	эмиттер	база	
У24	1НТ251				
T1 (14, 13, 2)		5,97	0	0,14	
T2 (4, 3, 12)		5,97	4,73	5,45	
T3 (7, 6, 9)		5,98	0	0,14	
Стабилизатор И23.233.124					
У1	2ТС613А				
T1 (6, 7, 5)		9,87	5,56	6,28	
T2 (2, 3, 1)		9,84	6,27	6,93	
T3 (9, 10, 8)		6,93	0	0,69	
T4 (13, 14, 12)		6,93	-0,14	0	
Стабилизатор И23.233.122					
У1	2ТС613А				
T1 (6, 7, 5)		7,24	0,74	1,43	
T2 (2, 3, 1)		1,43	-10,31	-10,18	
T3 (9, 10, 8)		0	-5,9	-5,24	
T4 (13, 14, 12)		1,43	-5,9	-5,24	
Стабилизатор И23.233.123-01					
T1	П308	94	82	82,6	
T2	П308	82,6	80	80,4	
T3	П308	82,6	17,6	18,2	
Преобразователь высоковольтный И23.211.026					
T1	2Т808А	27	1,5	1,8	
Усилитель И22.032.098					
T1	П308	0,8	-9,8	-9,5	
T2	П308	0,8	-10	-9,8	
T3	П308	2,4	0,2	0,8	
T4	2Т602Б	9,8	1,9	2,4	

Продолжение табл. 1

Позицион- ное обозна- чение	Тип транзистора	Напряжение, В			Примечание
		коллектор	эмиттер	база	
Стабилизатор И23.233.122					
У1	2ТС613А				
T1 (6, 7, 5)		17,17	10,13	10,8	
T2 (2, 3, 1)		10,8	—0,12	0	
T3 (9, 10, 8)		9,94	3,9	3,66	
T4 (13, 14, 12)		10,8	3	3,68	

Карта напряжения на электродах полевых транзисторов

Таблица 2

Позицион- ное обозна- чение	Тип транзистора	Напряжение, В			Примечание
		сток	исток	затвор	
Аттенуатор И22.243.014					
T1	2П303Д	8	0,6	0	
T2	2П303Д	8	0,6	0	
Пиковый детектор И25.404.011					
T1	2П303Д	10	0	—0,9	
T2	2П303Д	10	0	—0,9	
Автоматика «У» И22.076.006					
T1	2П303Д	5	1,9	0,25	
T2	2П303Д	5	1,5	0,7	
Автоматика «Z» И22.070.122					
T1	2П304А	5,84	5,99	4,25	
T2	2П303Д	8,57	0,25	0	
T3	2П303Д	0	0	—9,96	
T4	2П303Д	1,02	0,56	0	
T5	2П303Д	0,16	0,42	—9,95	

Продолжение табл. 2

Позицион- ное обозна- чение	Тип транзистора	Напряженье, В			Примечание
		сток	исток	затвор	
Устройство синхронизации И22.075.015					
T1	2П303Д	9,6	0	0	
T2	2П303Д	0	8,5	8,5	
T32	2П303Д	9,7	0	-0,3	
Генератор развертки И22.091.020					
T14	2П303Д	10	0,6	0	
T15	2П303Д	0,6	-9,3	-10	
Коммутатор И22.242.026					
T1	2П304А	24	24	24	
T2	2П304А	24	24	24	
T4	2П303Е	—	0,2	-10	
T5	2П303Е	—	0,2	-10	
T6	2П303Е	—	0,2	-10	
T7	2П303Е	—	0,2	-0,1	
T8	2П303Е	—	0,2	-10	
Устройство выбора знаков И23.083.099					
T1	2П303Д	5	0,7	1	

Таблица 3

Напряжения на электродах микроскопом

Позицион- ное обо- значение	Тип микроскопы	Номера выводов											
		Напряжения, В											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
У7	1УТ401Б	-10					8,4	10					
Автоматика «Z» И22.070.122													
У3	1КТ901	24	24	24	24	24	24	24	24	0	24	24	24
Коммутатор И22.242.026													
У1	1УТ402	-10				0		10					
Калибратор И22.085.022													
Усилитель «У» предварительный И22.030.168													
У5	1УТ401Б	-10						10			1,4	0	
У6	1УТ401Б	-10						10			0	0,45	
У7	1УТ401Б	-10						10			0	0	

Примечания:

1. Для контроля постоянных напряжений на электродах транзисторов и микроскопом используется вольтметр В7-16. Для контроля импульсных напряжений используется осциллограф С1-64.
2. На электродах микроскопом и транзисторах, напряжение которых не изменяется (постоянно), значения на-пряжений не приводятся.
3. Все напряжения измерены при номинальном значении питающей сети.
4. Значения постоянных и импульсных напряжений могут отличаться от указанных в приложениях 1 и 2 не более чем на $\pm 20\%$.

Значения напряжений на электродах ЭЛТ

Таблица 4

№№ выводов	Наименование электродов	Значения питающих напряжений, В		
		мин.	макс.	ном.
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			
D2	Промежуточный электрод	-60		100
12	Пластины экранирующие	-60		150
D1, D3	Пластины отклоняющие сигнальные		60	
D4, D5	Пластины отклоняющие временные		65	
D5	Сетка	-60	9000	
A	Анод IV			

Примечание. Все напряжения указаны относительно среднего потенциала сигнальных отклоняющих пластин, кроме напряжений модулятора и I-го анода, которые указаны относительно катода. Для измерения напряжений до 1000 В используется вольтметр В7-16, напряжений до 3000 В — киловольтметр С50/8, напряжений до 9000 В — киловольтметр С196.

Таблица 5

Форма импульсных напряжений на электродах транзисторов и микросхем Генератор развертки (И22.081.020)

Всп. осциллограммы, мВ	Базо	Эмиттер	Коллектор
T2 273268		+3 -12	-2 -24
T4 273268	+56 -14 +18	+3 -12	+25 -0,5 -15
T5 273268	+2 -74	-13 -67	
T7 273268	0 -215		-0,1 -2,3
T8 273128	+11 -36	-24 -32	+13 -0,7
T9 273126		+24 -32	+12 -0,6

Продолжение табл. 5

Поз. обоз- ночение, тип	База	Эмиттер	Коллектор
Т10 2Т3266		+8 -24	+07 0 -05
Т11 2Т3126	+5 0	+48 -22	
Т13 2Т3266	+8 +1	+87 +17	
Т14 2П3030	Затвор	Исток	Сток
	+01 +02	+07 +02	
Т15 2П3030	Затвор	Исток	Сток
			+07 +02
Т16 2Т3126	+07 +02		+8 +1
Т17 2Т3126			+8 +1

Продолжение табл. 5

Поз. обоз- ночение, тип	База	Эмиттер	Коллектор
Т18 2Т3126	+3 +1	+23 +03	
Усилитель X (W22.032.094)			
Т1 2Т3166	+47 +07		+40 +5
Т3 2Т3166			+40 +9
Т4 2Т3166	+12 +07		+11 +0
Т5 2Т3266			+30 +03
Т6 2Т3266	+10 +5		+36 +03

Продолжение табл. 5

Поз. обоз- ношение, тип	Базы	Эмиттер	Коллектор
Т7 2Т326В			
Т8 2Т326В			
Т9 1Т313В			
Т10 1Т313В			
Т11 2Т602В			
Т12 2Т602В			

Продолжение табл. 5

У1 ИИТ251	12 	4 	5 	?
Устройства синхронизации (И22, И25, И25)				
Поз. обоз- ношение, тип	Базы	Эмиттер	Коллектор	
Т3 2Т316В				
Т6 2Т316В				
Т8 1Т313В				
Т10 2Т316В				

Продолжение табл. 5

Паз, обозначение, тип	База	Эмиттер	Коллектор
T11 2T3138			
T12 2T3166			
T14 2T3166			
T15 1T3138			
T16 2T3166			
T17 2T3166			

Продолжение табл. 6

Паз, обозначение, тип	База	Эмиттер	Коллектор
T18 2T3126			
T20 2T3166			
T21 2T3166			
T22 2T3266			
T23 2T3126			
T24 2T3126			

Продолжение табл. 5

Поз. обоз- начение, тип	База	Эмиттер	Коллектор
T26 1T31B	+2,2 -3,7	+2,2 +6	
T28 2T31B			-0,2
T29 1T31B		+2,2 +6	-0,2
T30 2T31B	+3,3 -0,3	+2,6 -0,4	
	Затвор	Исток	Сток
T32 2T303B	-0,2	-0,4	
T33 2T31B	-0,4	+0,2	+2,6 +1,4

Продолжение табл. 5

Поз. обоз- начение, тип	База	Эмиттер	Коллектор
T34 2T31B	-0,8 -0,4	-0,2	+5 +2,5

Примечания:

1. При снятии карт импульсных напряжений на вход осциллографа подавалось напряжение калибратора частотой 1 кГц с амплитудой 0,6 В.
2. При снятии карт импульсных напряжений в расширителе импульсов на вход осциллографа подавались импульсы длительностью 100—200 нс с периодом 2 мкс. В развертке при этом был включен режим «ОЛ».

Генератор знаков (И23.054.012)

Поз. обоз- начение, тип	Номер вывода	Номер вывода	Номер вывода
	2	13	12
У8 ИИТ251	+5,4 +0,2	+4,9 -1,3	+0,2 +0,4
	4	5	10
	+3,2 0,9	+2,9 0	2 -0,2

Продолжение табл. 5

Поз. обоз- начение, тип	Номер вывода	Номер вывода	Номер вывода
	5	7	
У8 1НТ251			
	2	13	12
У9 1НТ251			
	3	8	10
			
	9	6	
			
	2	13	12
У10 1НТ251			

Продолжение табл. 5

Поз. обоз- начение, тип	Номер вывода	Номер вывода	Номер вывода
	3	3	10
У10 1НТ251			
	7	6	
			
	2	13	3
У11 1НТ251			
	4	3	10
			
	6	7	
			

Продолжение табл. 5

Поз. обоз- ночение, тип	Номер выхода	Номер выхода	Номер выхода
УТ2 1НТ251	2	13	3
	4	5	10
	6	7	
У13 1НТ251	2	13	3
	4	5	10

Продолжение табл. 5

Поз. обоз- ночение, тип	Номер выхода	Номер выхода	Номер выхода
У13 1НТ251	6	7	
	2	13	3
	4	5	10
У13 1НТ251	6	7	
	2	14	4

Продолжение табл. 5

Поз. обозначение, тип	номер выхода	номер выхода	номер выхода
	5	2	9
У18 125Н1			

Усилитель Z (И22.035.210)

Поз. обозначение, тип	Базо	Эмиттер	Коллектор
T1 27326Б			
T2 27326Б			

Продолжение табл. 5

Поз. обозначение, тип	Базо	Эмиттер	Коллектор
T3 27316Б			
T4 27316Б			
T5 27316Б			
T6 27602Б			
T7 27602Б			

Автоматика Z (И22.070.122)

Поз. обозначение, тип	Номер выхода	Номер выхода	Номер выхода
У3 ИИ7251	2	14	12
	4		
У6 ИИ7251			
	9	7	2
	13	12	4
	5	10	11

Поз. обозначение, тип	Затвор	Цеток	Сток
Т2 2П303А			

Примечания:

1. На вход осциллографа подаются положительные импульсы с периодом 350 мкс и длительностью 2 мкс.

2. Развертка осциллографа в режиме «Z», коэффициент развертки 1 мкс/дел.

Аттенюатор (И22.243.014)

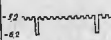
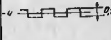
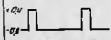
Поз. обозначение, тип	Затвор	Цеток	Сток
Т1 2П303А			
У1 ИИ7251	2	4	13

Продолжение табл. 5

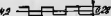
Поз. обозначение, тип	5,9	6	10
У1 1НТ251			
	Базо	Эмиттер	Коллектор
Т1, Т2 2Т316В			
Т5, Т6 2Т316В			
Т7, Т8 2Т326В			
Т9, Т10 2Т326В			
Т11, Т12 2Т326В			

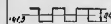
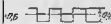
Продолжение табл. 5

Поз. обозначение, тип	Базо	Эмиттер	Коллектор
Т13 2Т326В			
Т14, Т15 2Т316В			
Т16, Т17 2Т326В			
Т18, Т19 2Т326В			
Т20 2Т326В			

Поэ. обозначение, тип	База	Эмиттер	Коллектор
T21, T22 17311A			
T23 27326B			

Усилитель У выходной (И22.030.167)

Поэ. обозначение, тип	База	Эмиттер	Коллектор
T1, T2 17311D			
T3, T4 27326B			

Поэ. обозначение, тип	База	Эмиттер	Коллектор
T5, T6 17313B			
T7, T8 27610B			
T9, T10 27904A			

Примечание. При снятии карт импульсных напряжений на вход осциллографа подавалось напряжение калибратора частотой 1 кГц с амплитудой 0,6 В.