

ОСЦИЛЛОГРАФ УНИВЕРСАЛЬНЫЙ С1-79



ТЕХНИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ И ИНСТРУКЦИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

Альбом № 1

1981

СОДЕРЖАНИЕ

1. Введение	7
2. Назначение	8
3. Технические данные	8
4. Состав прибора	15
5. Устройство и работа прибора и его составных частей	15
5.1. Принцип действия	15
5.2. Схема электрическая принципиальная	19
5.3. Конструкция	61
6. Маркирование и пломбирование	62
7. Общие указания по эксплуатации	63
8. Указание мер безопасности	63
9. Подготовка прибора к работе	64
10. Порядок работы	65
10.1. Подготовка к проведению измерений	65
10.2. Проведение измерений	77
11. Характерные неисправности и методы их устранения	94
11.1. Метод разборки и поиск неисправностей	94
11.2. Краткий перечень возможных неисправностей	96
12. Техническое обслуживание	105
13. Поверка осциллографа	108
13.1. Операции и средства поверки	108
13.2. Условия поверки и подготовка к ней	109
13.3. Проведение поверки	110
13.4. Оформление результатов поверки	122
14. Правила хранения	122
14.1. Кратковременное хранение	122
14.2. Длительное хранение	122
14.3. Консервация прибора	123
15. Транспортирование	123
Приложения:	
1. Схемы расположения основных установочных элементов прибора	125
2. Данные трансформаторов и индуктивностей	137
3. Карты рабочих напряжений и формы сигналов	145
4. Карточка отзыва потребителя	187

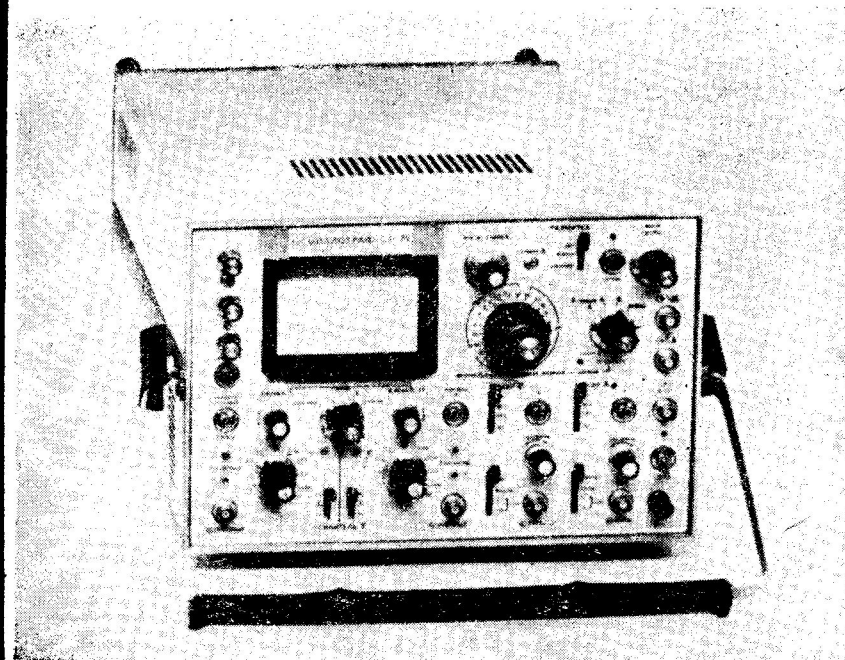


Рис. 1. Общий вид прибора.

1. ВВЕДЕНИЕ

Настоящее техническое описание и инструкция по эксплуатации И22.044.078ТО предназначено для ознакомления лиц, эксплуатирующих прибор, с устройством и принципом работы, основными правилами эксплуатации, обслуживания, простейшего ремонта и транспортирования прибора. Описание состоит из двух альбомов; в альбоме № 3 приведены схемы электрические принципиальные с перечнями элементов.

Осциллограф С1-79 является сложным электронным устройством, обеспечивающим сравнительно высокую точность измерений и удобств в работе. Внешний вид прибора показан на рис. 1.

Безотказную работу прибора обеспечивает регулярное техническое обслуживание. Виды и периодичность работ по техническому обслуживанию изложены в разделе 12 «Техническое обслуживание». Настройка и регулировка осциллографа производились при помощи разнообразных точных приборов, поэтому следует избегать всяких перерегулировок внутри прибора.

Ремонт прибора должен производиться лицами, имеющими специальную подготовку, ознакомленными с устройством и принципами его работы, в условиях специально оборудованных мастерских.

В приборе есть напряжения, опасные для жизни, поэтому перед его вскрытием и ремонтом следует обязательно ознакомиться с указаниями мер безопасности, изложенными в разделе 8 «Указание мер безопасности».

Для исключения возможности механических повреждений прибора, нарушения целостности покрытий следует соблюдать правила хранения и транспортирования прибора, изложенные в разделах 14 «Правила хранения» и 15 «Транспортирование».

В связи с постоянной работой по совершенствованию изделия, повышающей его надежность и улучшающей условия эксплуатации в конструкцию могут быть внесены незначительные изменения, не отраженные в настоящем издании.

2. НАЗНАЧЕНИЕ

Двухканальный высокочувствительный осциллограф универсальный С1-79 предназначен для визуального наблюдения и измерения параметров периодических и однократных электрических процессов в диапазоне частот от постоянного тока до 100 МГц путем:

- измерения амплитуд от 0,004 до 30 В и временных интервалов от $2 \cdot 10^{-8}$ до 0,5 с.

- одновременного изображения двух исследуемых сигналов на одной развертке;

- детального исследования любой части сложного сигнала при помощи задержанной развертки.

По точности воспроизведения формы сигнала, точности измерения временных интервалов и амплитуд осциллограф соответствует II классу ГОСТ 22737-77.

Рабочие условия эксплуатации прибора:

- рабочая температура окружающей среды от минус 10 до $+50^{\circ}\text{C}$ при относительной влажности $65 \pm 15\%$;

- максимальная влажность до 95% при температуре $+30 \pm 2^{\circ}\text{C}$;

- напряжение питающей сети переменного тока 220 ± 22 В частотой 50—60 Гц, а также 220 ± 11 В или $115 \pm 5,75$ В частотой 400 ± 12 Гц.

Предельные (нерабочие) температуры от минус 50 до $+60^{\circ}\text{C}$.

Прибор нормально работает после воздействия (в укладочном ящике) ударных нагрузок:

многократного действия с ускорением до 15 g длительностью импульса от 5 до 10 мс;

одиночного действия с ускорением до 75 g длительностью импульса от 1 до 10 мс;

Прибор устойчив к циклическому изменению температуры окружающего воздуха от предельной положительной до предельной отрицательной.

3. ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

3.1. Рабочая часть экрана осциллографа составляет по вертикали 48 мм (6 дел), по горизонтали 80 мм (10 дел).

3.2. Ширина линии луча, определяемая размытостью, расфокусировкой и внутренними шумами усилителя, не должна превышать 0,8 мм.

3.3. Минимальная частота следования развертки, при которой обеспечивается наблюдение и измерение исследуемого сигнала на наиболее быстрой развертке должна быть не более 200 Гц.

3.4. Тракт вертикального отклонения обеспечивает следующие режимы работы: канал I; канал II; прерывисто; попеременно; суммирование.

3.5. Периодические и случайные отклонения должны быть не более $\pm 4\%$.

3.6. Полоса пропускания тракта горизонтального отклонения, при неравномерности амплитудно-частотной характеристики 3 дБ должна быть от 0 до 5 МГц.

3.7. Время нарастания переходной характеристики тракта вертикального отклонения в калиброванном положении ручки «ПЛАВНО» составляет не более:

- а) в режиме каналов I и II;

- 3,5 нс во всех положениях переключателя «V/ДЕЛ.»;

- 5 нс для прибора с делителем 1:10 И22.727.057 в положениях «2», «5» переключателя «V/ДЕЛ.»;

- 4,5 нс для прибора с делителем 1:10 И22.727.057 в остальных положениях переключателя «V/ДЕЛ.»;

- б) 70 нс в положении «5 МГц» переключателя «ПОЛОСА».

- в) в рабочих условиях в режиме каналов I и II;

- 6,5 нс в положениях «2», «5» переключателя «V/ДЕЛ.»;

- 5,5 нс в остальных положениях переключателя «V/ДЕЛ.»;

- 7 нс для прибора с делителем 1:10 И22.727.057 в положениях «2», «5» переключателя «V/ДЕЛ.»;

- 6,5 нс для прибора с делителем 1:10 И22.727.057 в остальных положениях переключателя «V/ДЕЛ.».

3.8. Выброс на переходной характеристике в каналах I и II тракта вертикального отклонения в нормальных условиях не должен превышать:

- 8% во всех положениях переключателя «V/ДЕЛ.»;

- 10% с выносным делителем напряжения 1:10 И22.727.057.

Время установления переходной характеристики должно быть не более 15 нс.

3.9. Спад вершины переходной характеристики при закрытом входе каналов I и II не должен превышать 10% при длительности испытательного импульса 10 мс.

3.10. Неравномерность вершины переходной характеристики (отражения, синхронные наводки) должна быть не более 2%

после времени установления переходной характеристики рного 15 нс.

3.11. Коэффициенты отклонения каналов I и II тракта вертикального отклонения должны быть: 0,002; 0,005; 0,01; 0,05; 0,1; 0,2; 0,5; 1; 2; 5 «В/ДЕЛ».

Основная погрешность коэффициентов отклонения должна быть не более $\pm 3\%$, погрешность измерения напряжения — более $\pm 5\%$, а погрешность коэффициентов отклонения для прибора с делителем 1:10 И22.727.057 должна быть не более $\pm 5\%$.

Погрешность коэффициентов отклонения в рабочих условиях эксплуатации должна быть не более $\pm 4,5\%$, погрешность измерения напряжения — не более 7,5%, погрешность коэффициентов отклонения для прибора с делителем 1:10 И22.727.057 — не более $\pm 7,5\%$.

Минимальный размер изображения сигнала, при котором обеспечивается класс точности прибора, должен быть не менее 2 делений (16 мм).

Коэффициент отклонения должен плавно регулироваться перекрытием не менее, чем в 2,5 раза.

3.12. Минимальный коэффициент отклонения горизонтального тракта с гнезда «ВХОД X» должен быть не более 0,4 В ДЕЛ».

3.13. Смещение луча из-за дрейфа каналов I и II тракта вертикального отклонения после 15 мин. прогрева должно быть не более:

— 0,5 мВ (2 мм) в течение 1 мин при кратковременном дрейфе;

— 4 мВ (16 мм) в течение 1 ч при долговременном дрейфе.

Смещение луча при изменении напряжения питающей сети на $\pm 10\%$ должно быть не более 0,5 мВ (2 мм).

3.15. Параметры входов должны быть:

а) тракта вертикального отклонения каналов I и II при открытом входе

— входное активное сопротивление $1 \pm 0,02$ МОм с входной емкостью $25 \pm 2,5$ пФ;

— входное активное сопротивление с выносным делителем 1:10 И22.727.057 $1 \pm 0,025$ МОм с входной емкостью не более 12 пФ;

б) внешней синхронизации входов А и Б;

— входное активное сопротивление для входа 1:1 0,1 $\pm 0,02$ МОм с входной емкостью не более 15 пФ;

— входное активное сопротивление для входа 1:10 0,1 $\pm 0,02$ МОм с входной емкостью не более 10 пФ;

в) входа «Z» входное активное сопротивление $0,047 \pm 0,01$ МОм с входной емкостью не более 120 пФ.

3.16. Допускаемое суммарное значение постоянного и переменного напряжений в закрытых входах («с») каналов I и II тракта вертикального отклонения не должно превышать 100 В, а с делителем 1:10 И22.727.057 — 150 В.

3.17. Максимальный размах напряжения исследуемого сигнала не должен превышать:

— на входе тракта вертикального отклонения — 75 В;

— на входе тракта горизонтального отклонения — 20 В;

— на входе делителя 1:10 И22.727.057 — 150 В.

3.18. Коэффициент развязки между каналами I и II должен быть не менее: на частоте 33 МГц — 15000, на частоте 100 МГц — 5000.

3.19. Смещение луча по вертикали при изменении полярности исследуемого сигнала в канале II не должно превышать I дел. в центре экрана.

3.20. Задержка изображения сигнала в тракте вертикального отклонения должна обеспечивать просмотр фронтов исследуемого сигнала на рабочей части развертки.

3.21. Внутренний источник калиброванного напряжения должен генерировать П-образные импульсы с периодом 1 мс и выдавать постоянное напряжение положительной полярности IV.

Погрешность амплитуды и частоты калибратора не должна превышать:

— в нормальных условиях $\pm 1\%$;

— в рабочих условиях эксплуатации $\pm 1,5\%$.

3.22. Тракт горизонтального отклонения обеспечивает следующие режимы работы: развертка А, Б подсвечивает А, развертка Б, внешний вход X.

3.23. Коэффициенты развертки А и Б должны быть:

0,05 мкс/дел	2 мкс/дел	0,1 мс/дел	5 мс/дел
0,1 мкс/дел	5 мкс/дел	0,2 мс/дел	10 мс/дел
0,2 мкс/дел	10 мкс/дел	0,5 мс/дел	20 мс/дел
0,5 мкс/дел	20 мкс/дел	1 мс/дел	50 мс/дел
1 мкс/дел	50 мкс/дел	2 мс/дел	

Коэффициенты разверток А и Б 0,1; 0,2; 0,5 с/дел являются обзорными.

При использовании множителя развертки длительность разверток А и Б умножается на 0,1.

3.24. Основная погрешность коэффициентов разверток А и Б должна быть не более $\pm 3\%$, а при использовании множите-

ля развертки — не более $\pm 7,5\%$. Основная погрешность измерения временных интервалов должна быть не более $\pm 5\%$, а при использовании множителя развертки — не более $\pm 7,5\%$.

Погрешность коэффициентов разверток в рабочих условиях эксплуатации не должна превышать:

$\pm 4,5\%$ в положении «Х1» множителя развертки;

$\pm 10\%$ в положении «0,1» множителя развертки.

Погрешность измерения временных интервалов в рабочих условиях эксплуатации не должна превышать:

$\pm 7,5\%$ в положении «Х1» множителя развертки;

$\pm 10\%$ в положении «0,1» множителя развертки.

Минимальный размер изображения сигнала, при котором обеспечивается класс точности прибора, должен быть не более 4 делений (32 мм).

Примечание. Рабочей частью разверток является участок длиной 80 мм от ее начала, за исключением начального участка длительностью 30 нс. Длительность разверток А и Б должна регулироваться на каждом диапазоне с коэффициентом перекрытия не менее чем в 2,5 раза.

3.25. Время задержки развертки Б по отношению на развертке А должно изменяться в диапазоне от 0,5 мкс до 0,5 с. Погрешность времени задержки должна быть не более $\pm 2\%$. Нестабильность задержки не должна превышать 0,05%.

3.26. Внутренняя синхронизация разверток А и Б в одноканальном режиме осуществляется синусоидальными сигналами в положениях:

« ∞ » — в диапазоне частот от $16 \cdot 10^{-6}$ до 20 МГц при высоте изображения сигнала от минимального уровня не более 4 до 48 мм;

в диапазоне частот от 20 до 100 МГц при высоте изображения сигнала от минимального уровня не более 8 до 48 мм;

«ВЧ» — в диапазоне частот от $50 \cdot 10^{-3}$ до 20 МГц при высоте изображения сигнала от минимального уровня не более 4 до 48 мм;

в диапазоне частот от 20 до 100 МГц при высоте изображения сигнала от минимального уровня не более 8 до 48 мм;

«НЧ» — в диапазоне частот от $16 \cdot 10^{-6}$ до $100 \cdot 10^{-3}$ МГц при высоте изображения сигнала от минимального уровня не более 4 до 48 мм;

« $\approx$ » — в диапазоне частот от 0 до 30 Гц при высоте изображения сигнала от минимального уровня не более 4 до 48 мм;

Внутренняя синхронизация развертки может осуществляться: сигналом питающей сети 50 и 400 Гц, импульсными сигналами обеих полярностей в положениях « ∞ », «ВЧ», « $\approx$ », дли-

тельностью 10 нс и более с максимальной частотой повторения не менее 15 МГц при высоте изображения от минимального уровня не более 4 мм до 48 мм.

В двухканальном режиме внутренняя синхронизация осуществляется, как в одноканальном за следующими исключениями:

— в режиме «ПРЕР.» только в положении «1» переключателя внутренней синхронизации;

— в режиме «ПООЧЕР.» в положении «1» переключателя внутренней синхронизации при исследовании синхронных сигналов. Величина изображения сигнала должна превышать величину изображения шума не менее, чем в три раза. Нестабильность синхронизации не превышает 1 нс. При синхронизации развертки А загорается лампочка «СИНХР. А».

3.27. Внешняя синхронизация разверток А и Б осуществляется:

— синусоидальными сигналами в полосе частот от $10 \cdot 10^{-6}$ до 100 МГц с амплитудой от 0,4 до 5 В;

— импульсными сигналами обеих полярностей длительностью 10 нс и более с максимальной частотой повторения не менее 15 МГц с амплитудой от 0,4 до 5 В. Нестабильность запуска развертки не должна превышать 1 нс.

Диапазон частот внешней синхронизации в различных положениях переключателя выбора режима запуска аналогичен приведенному в п. 3.26.

3.28. Параметры сигналов для синхронизации внешних устройств:

а) на гнезде « $\odot \vee$ Б» развертки пилообразное напряжение с амплитудой от 3 до 13 В;

б) на гнезде « $\odot \sqcap$ А» развертки прямоугольное напряжение с амплитудой от минус 1 до 12 В.

3.29. В режиме «ОДНОКР.» осуществляется однократный запуск развертки А.

3.30. Разность фаз между каналами вертикального и горизонтального отклонения (режим $X=Y$) в полосе частот от 0 до 50 кГц должна быть не более 3° .

3.31. Модуляция по яркости обеспечивается при подаче на «ВХОД Z» сигналов амплитудой от 4 до 8 В с частотой от $20 \cdot 10^{-6}$ до 10 МГц.

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

3.33. Прибор обеспечивает свои технические характеристики

ки в пределах норм установленных технических условий, после самопрогрева в течение 15 мин.

3.34. Параметры прибора удовлетворяют требованиям технических условий при питании его от сети переменного тока:

— напряжением 220 ± 22 В, частотой 50—60 Гц с содержанием гармоник до 5%;

— напряжением 220 ± 11 В или $115 \pm 5,75$ В, частотой 400 ± 12 Гц с содержанием гармоник до 5%.

3.35. Мощность, потребляемая прибором от сети переменного тока при номинальном напряжении, не превышает 150 ВА.

3.36. Прибор выдерживает непрерывную работу в течение 16 ч.

3.37. Прибор нормально работает в условиях эксплуатации: — температура окружающей среды от минус 10 до $+50^\circ\text{C}$ при относительной влажности $65 \pm 15\%$;

— максимальная влажность до 95% при температуре $+30 \pm 2^\circ\text{C}$.

3.38. Габаритные размеры прибора — $354 \times 220 \times 509$ мм. Габаритные размеры прибора в укладочном ящике $628 \times 301 \times 524$ мм.

Габаритные размеры транспортной тары с укладочным ящиком — $771 \times 442 \times 629$ мм.

Габаритные размеры транспортной тары с картонной коробкой — $494 \times 415 \times 838$ мм.

3.39. Масса прибора не превышает 19 кг.

Масса прибора в укладочном ящике не превышает 40 кг.

Масса прибора в транспортной таре не превышает 70 кг.

3.40. Смещение луча из-за входного тока не должно превышать 3 мВ.

3.41. Искажения по постоянному току должны быть не более $\pm 3\%$.

3.42. Геометрические искажения не должны превышать 3%.

3.43. Погрешность ортогональности не должна превышать 1° .

3.44. Регулировка освещения шкалы должна менять освещение шкалы от полного отсутствия до удобной для отсчета по шкале.

3.45. Допустимый уровень шумов, создаваемых принудительной вентиляцией, не должен превышать 60 дБ на расстоянии 1 м от прибора.

3.46. Нарботка на отказ должна быть не менее 1000 ч.

3.47. Прибор должен допускать длительное хранение в отапливаемом или неотапливаемом хранилище. Срок хранения прибора 10 и 8 лет соответственно.

Срок службы прибора 10 лет, технический ресурс 10 000 ч.

4. СОСТАВ ПРИБОРА

Прибор поставляется в комплекте, указанном в табл. 1.

Таблица 1

Наименование	Обозначение	Кол.	Примечание
Осциллограф универсальный С1-79	И22.044.072	1	
Запасные части в соответствии с ведомостью ЗИП И22.044.078 ЗИ:			
Лампа накаливания СМН10-55-2		4	
Вставка плавкая ВП1-1-2А 250 В		4	
Вставка плавкая ВП1-2-0,25А 250 В		4	
Принадлежности:			
Делитель 1 : 10	И22.727.057	2	
Зажим	ЯП4.835.007Сп	4	
Кабель	И24.850.188-1Сп	1	
Кабель	И24.850.188-2Сп	2	
Кабель	И26.645.001	2	
Кабель	И24.850.084Сп	1	
Кабель соединительный	ЕЗ4.850.163Сп	2	
Шнур питания	ЯП4.860.010Сп	1	
Каркас	И27.804.053	1	
Переход	И22.236.006Сп	2	
Светофильтр	И23.900.003Сп	1	
Тройник СР-50-95Ф		2	
Тубус	И28.647.007	1	
Тубус	И28.647.009	1	
Плата ремонтная	И23.660.074	1	

Примечание. При поставке на экспорт шнур питания ЯП4.860.010Сп заменяется кабелем И24.853.503.

5. УСТРОЙСТВО И РАБОТА ПРИБОРА И ЕГО СОСТАВНЫХ ЧАСТЕЙ

5.1. Принцип действия

Двухканальный широкополосный высокочувствительный осциллограф предназначен для исследования формы электрических сигналов путем визуального наблюдения и измерения их временных и амплитудных значений.

Блок-схема прибора (И22.044.072Э2) содержит следующие узлы:

— осциллографический индикатор — электронно-лучевая трубка (ЭЛТ);

- тракт вертикального отклонения;
- тракт горизонтального отклонения;
- усилитель Z;
- калибратор;
- блок питания;

В тракт вертикального отклонения входят:

- аттенюатор канала I и II;
- истоковые повторители канала I и II;
- фазоинверсный и усилительные каскады с переменным коэффициентом усиления канала I и II;
- коммутатор полярности канала II;
- коммутатор каналов;
- схема выбора сигнала синхронизации;
- мультивибратор;
- схема согласования;
- линия задержки;
- усилитель Y;

В тракт горизонтального отклонения входят:

- эмиттерный и истоковый повторители;
- коммутатор выбора сигнала синхронизации;
- схема выбора полосы синхронизации;
- схема выбора полярности синхронизации;
- триггер синхронизации;
- усилительный каскад генератора развертки B;
- усилитель синхронизации;
- мультивибратор блокировки;
- триггер запуска разверток A и B;
- генераторы разверток A и B;
- усилители импульсов подсвета;
- схемы сравнения;
- компаратор;
- усилитель X.

Для измерения амплитуд принят метод отсчета по градуированной шкале на экране ЭЛТ. Для измерения временных интервалов можно использовать два метода: по калиброванной длине развертки и при помощи калиброванной задержки развертки.

Электронно-лучевая трубка служит для визуального наблюдения исследуемых электрических процессов. Исследуемые сигналы подаются на входные гнезда каналов I и II. При помощи входных аттенюаторов, которые представляют собой компенси-

рованные делители напряжения, и установкой соответствующих коэффициентов усиления усилителей каналов I и II устанавливаются величины изображения входных сигналов на экране ЭЛТ удобные для наблюдения и исследования.

В канале I и II входные сигналы повторяются истоковыми повторителями, усиливаются усилительными каскадами и поступают на коммутатор каналов. В канале II перед коммутатором каналов включен коммутатор полярности, который позволяет изменять полярность изображения сигнала, поступающего на вход канала II.

Работой коммутатора каналов управляет мультивибратор, режимы работы которого устанавливаются с помощью переключателя В5-1.

Тракт вертикального отклонения может работать в пяти режимах:

«ПООЧЕР.» — коммутация каналов производится через один прямой ход развертки, т. е. в течение первого прямого хода развертки на отклоняющую систему ЭЛТ поступает сигнал из канала I, а в течение следующего прямого хода развертки — из канала II и т. д. В этом положении переключателя В5-1 мультивибратор работает в ждущем режиме с запуском во время обратного хода развертки A;

«I» — на ЭЛТ поступает сигнал с канала I;

«ПЕР.» — коммутация каналов осуществляется с частотой 500 кГц, т. е. во время одного полупериода работы мультивибратора, который работает в автоколебательном режиме, на ЭЛТ поступает сигнал с канала I, во время второго полупериода — сигнал с канала II.

Для устранения изображения на экране ЭЛТ переходных процессов, возникающих при переключении каналов, с мультивибратора на усилитель поступают импульсы гашения.

«II» — на ЭЛТ поступает сигнал с канала II.

«СУММ.» — сигналы, поступающие на входы каналов I и II, суммируются в схеме согласования.

Наличие в двухканальном режиме коммутации каналов с частотой 500 кГц — во время прямого хода развертки и поочередно — через каждый прямой ход развертки позволяет использовать эти режимы во всем рабочем диапазоне разверток. Так, при исследовании медленных процессов используется режим «ПЕР.», который обеспечивает неискаженное изображение сигналов, поступающих на входы каналов I и II. С увеличением скорости развертки, когда на экране ЭЛТ заметны моменты переключения каналов, переходят на режим «ПООЧЕР.».

Схема согласования включена после коммутатора каналов.

Она обеспечивает согласование выхода предварительного усилителя с линией задержки.

С предварительного усилителя исследуемые сигналы через схему выбора сигнала синхронизации поступают для синхронизации разверток А и Б.

В осциллографе предусмотрены два режима синхронизации: «I» — сигнал синхронизации снимается с выхода усилителя канала I;

«I, II» — сигнал синхронизации снимается с выхода предварительного усилителя, т. е. на схемы синхронизации разверток А и Б поступают сигналы от канала I и II, в зависимости положения переключателя В5-2.

В тракте усилителя вертикального отклонения включена синхронизирующая линия задержки, позволяющая наблюдать передний фронт импульсов синхронизации.

С линии задержки сигнал поступает на усилитель Y, нагрузкой которого служит отклоняющая система ЭЛТ.

Схемы синхронизации А и Б предназначены для получения неподвижного изображения на экране ЭЛТ.

Схема синхронизации вырабатывает импульсы, запускающие генератор пилообразного напряжения. В схеме синхронизации осуществляется выбор источника синхронизации (внутренний, внешний, сеть), вид связи с источником синхронизации (постоянный, переменный) и полярность синхронизации («+», «-»).

Генераторы развертки А и Б вырабатывают пилообразное напряжение для осуществления временной развертки луча ЭЛТ. Пилообразное напряжение усиливается до необходимой величины усилителем горизонтального отклонения и поступает на горизонтально-отклоняющие пластины ЭЛТ. В схеме усилителя горизонтального отклонения предусмотрено умножение скорости развертки в 10 раз.

Генератор развертки А может работать в автоколебательном режиме, ждущем режиме и режиме однократного запуска.

Генератор развертки Б может работать в двух режимах автоколебательном, когда развертка Б начинается после временной задержки, и ждущем, когда развертка Б синхронизируется после установленной временной задержки. Задержанный запуск развертки Б относительно развертки А осуществляет компаратор схемы задержки с помощью линейного прецизионного потенциометра.

С выходов усилителей импульсов подсвета А и Б снимаются прямоугольные импульсы для подсвета прямого хода развертки и гашения обратного хода развертки на экране ЭЛТ. Эти импульсы

пulsы поступают на вход усилителя Z, усиливаются и следуют на модулятор ЭЛТ.

Предусмотрена возможность подачи внешнего сигнала на вход усилителя Z для получения яркостных меток времени.

Горизонтальный канал осциллографа может иметь 4 режима работы:

«А» — В этом режиме на вход усилителя X подается пилообразное напряжение от генератора развертки А, а на вход усилителя Z импульс подсвета от генератора развертки А;

«Б ПОДСВ. А» — В этом режиме работы на вход усилителя X подается пилообразное напряжение от генератора развертки А, а на вход усилителя Z импульс подсвета от генераторов разверток А и Б. На экране ЭЛТ та часть развертки А, в течение которой существует развертка Б, подсвечивается по яркости;

«Б» — В этом режиме работы на вход усилителя X подается развертка Б, а на вход усилителя Z импульс подсвета от генератора развертки Б;

«ВНЕШ.» — В этом режиме работы на вход усилителя X поступает внешний сигнал, который подается на гнездо «ВХОД X».

Для периодической проверки чувствительности усилителей вертикального отклонения обоих каналов и проверки калибровки длительности служит калибратор амплитуды и длительности. С помощью калибратора осуществляется также компенсация выносных делителей 1:10.

Блок питания обеспечивает необходимыми питающими напряжениями схему прибора.

5.2. Схема электрическая принципиальная

5.2.1. Тракт вертикального отклонения луча предназначен для усиления исследуемых электрических сигналов до величины, обеспечивающей удобное наблюдение и исследование изображения на экране ЭЛТ, без искажения формы исследуемого сигнала.

Тракт вертикального отклонения состоит из предварительного усилителя, линии задержки и оконечного усилителя. Схема электрическая принципиальная тракта дана в альбоме № 3.

Предварительный усилитель (И25.030.017Э3) выполнен самостоятельным функциональным узлом, состоящий из двух предварительных усилителей каналов I и II и коммутатора каналов.

Предварительный усилитель канала I (II) состоит из атте-

Входной сигнал подается на разъем Ш1(Ш2) (И22.068.791Э3) « 1MΩ 25pF» и через переключатель В1(В2) и В3(В4) (И22.068.791Э3) поступает на вход усилителя.

Входной attenuator конструктивно выполнен совместно переключателем ВЗ(В4) (И22.068.791) и состоит из двух чётно-компенсированных делителей напряжения 1:10 (рис. 2).

В положениях аттенюатора «0,2», «0,5» и «1 В/ДЕЛ.» изменение коэффициентов отклонения осуществляется при помощи точного частотно-компенсированного делителя напряжений 1:10, R9, R11, C12, C14, C15 (R12, R13, C13, C16, C17) (рис. 2) а в положениях «2» и «5 В/ДЕЛ.» — с помощью двух последовательно включенных точных частотно-компенсированных делителей с общим коэффициентом деления 1:100.

Во входном аттенуаторе и в цепях обратной связи применяются точные резисторы с допуском $\pm 0,5\%$. Величины резисторов делителей входного аттенуатора подобраны таким образом, что обеспечивают постоянство входного сопротивления независимо от положения переключателя «V/ДЕЛ».

Во избежание наводок входной аттенюатор помещен в металлический экран.

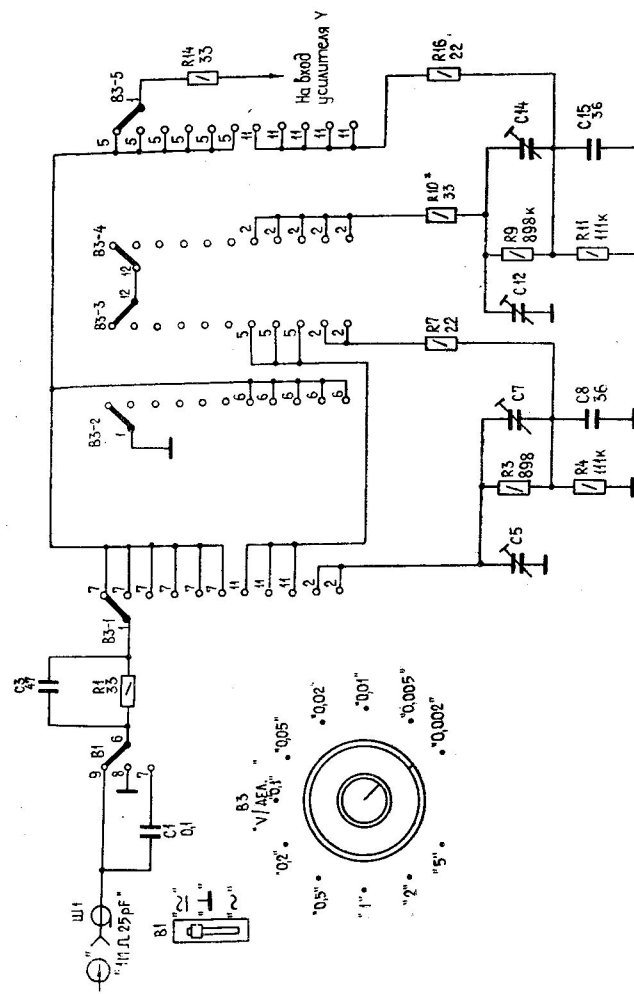


Рис. 2. Схема attenuation.

ченны диоды Д3 (Д11), транзисторы Т10 (Т20), защищающие транзистор Т1 (Т21) от случайно поданного большого входного напряжения (рис. 3). С помощью потенциометра R7 (R79) компенсируется влияние тока затвора транзистора Т1 (Т21). Предварительный усилитель собран по симметричной балансной схеме с подобранным парой полевых транзисторов на входе. Для уменьшения величины дрейфа, полевые транзисторы Т1, Т2 (Т21, Т22), а также пары транзисторов Т3, Т4 (Т23, Т24), Т7 (Т26, Т27), Т11, Т12 (Т31, Т32) соединены термоуравновешивающими пластинами.

Входной сигнал повторяется истоковым повторителем транзистор Т1 (Т21), эмиттерным повторителем — транзистор Т3 (Т23) и подается на фазоинвертор, собранный на транзисторах Т6, Т7 (Т26, Т27). В эмиттеры фазоинвертора включен источник тока, собранный на транзисторе Т5 (Т25), который повышает симметричность фазоинверсного каскада.

Цепочка R27 (R99), С7 (С38) в эмиттерах транзисторов Т6, Т7 (Т26, Т27) служит для высокочастотной коррекции. С нагрузки фазоинверсного каскада R23, R26 (R95, R98) сигнал поступает на делитель напряжения с коэффициентами деления, изменяющимися в отношении 1:2:5 и зависящих от положения переключателя В3 (В4) «V/ДЕЛ.» (рис. 4).

Выравнивание потенциалов на коллекторах транзисторов Т6, Т7 (Т26, Т27) осуществляется с помощью потенциометра R6 (R65) (И22.068.791Э3) «БАЛАНСИР. I», т. е. устраняется перемещение линии на экране ЭЛТ при переключении переключателя «V/ДЕЛ.» в положениях «0,002», «0,005», «0,01».

Изменение коэффициента усиления усилителя в 10 раз осуществляется в каскаде, собранном на транзисторах Т11, Т12 (Т31, Т32), подключением делителя 1:10 к его коллекторным нагрузкам.

Выравнивание потенциалов на коллекторах транзисторов Т11, Т12 (Т31, Т32) осуществляется с помощью потенциометра R64 (R66) (И22.068.791Э3) «БАЛАНСИР. I», т. е. устраняется перемещение линии на экране ЭЛТ при переключении переключателя «V/ДЕЛ.» в положениях «0,01» и «0,02».

Калибровка и плавная регулировка усиления предварительного усилителя (рис. 5) осуществляется с помощью потенциометров R69 (R72) «▼», R71 (R73) «ПЛАВНО» (И22.068.791Э3). При изменении их сопротивления изменяется ток через диоды Д6, Д7 (Д14, Д15), что в свою очередь ведет к изменению дифференциального сопротивления диодов. Дифференциальное сопротивление диодов Д6 и Д7 (Д14, Д15) вместе с резисторами R54 и R55 (R124, R125) соответственно являются нагрузками транзисторов Т14, Т15 (Т34—Т37).

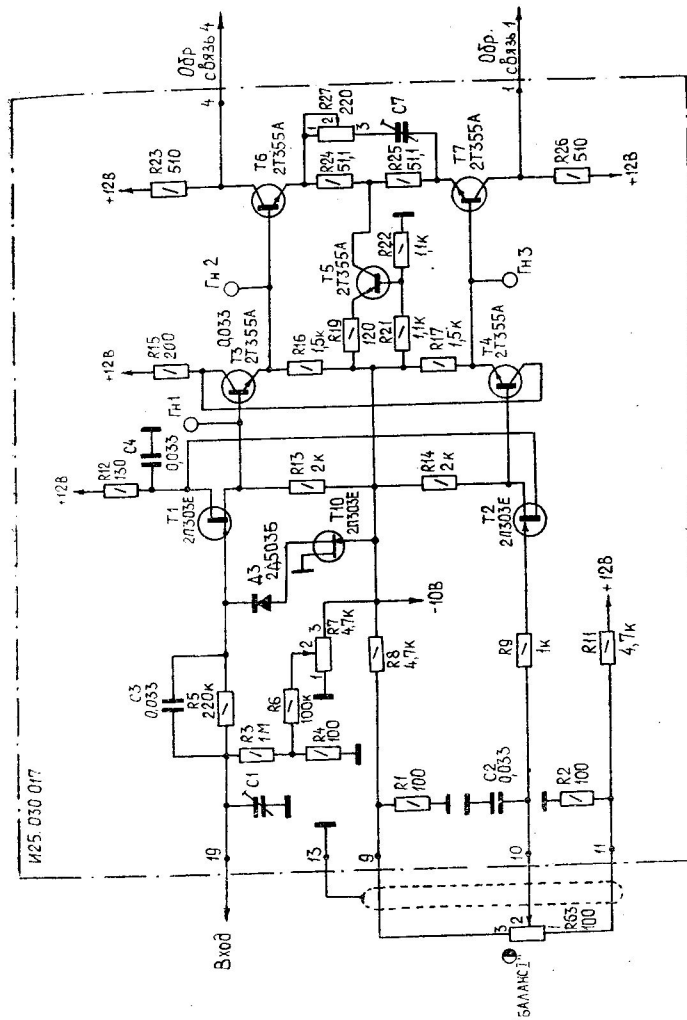


Рис. 3. Входные цепи предусилителя канала I.

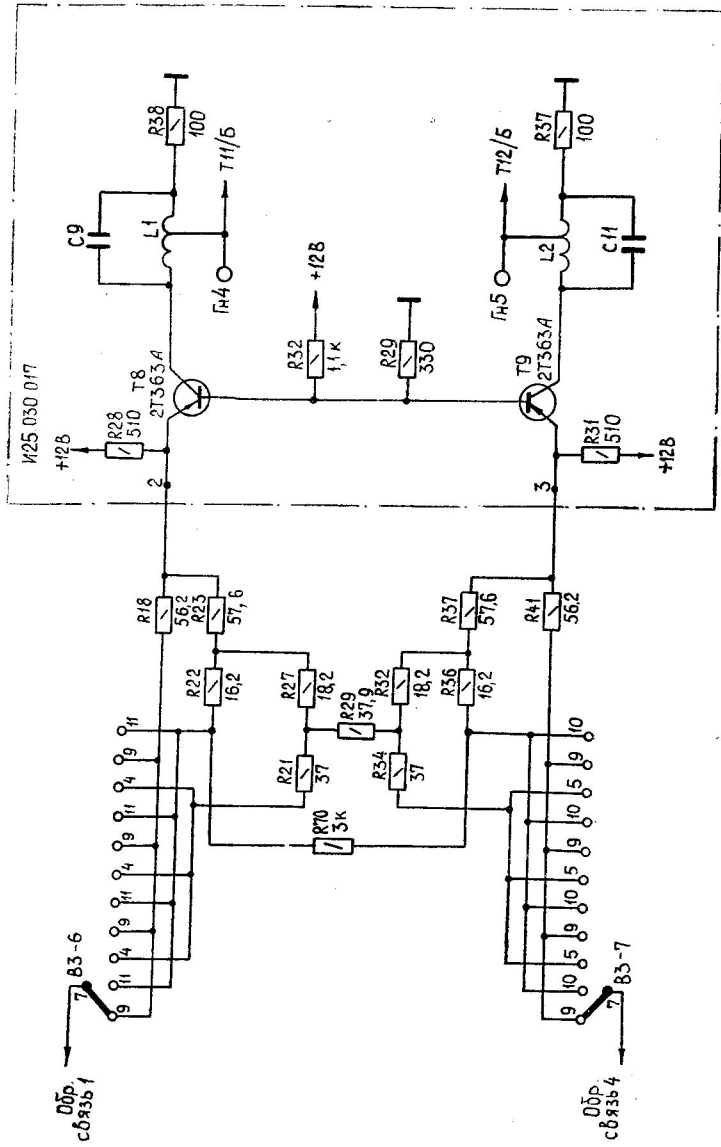


Рис. 4. Каскад с переменным коэффициентом усиления канала 1.
а) с изменением последнего в отношениях 1, 2, 5

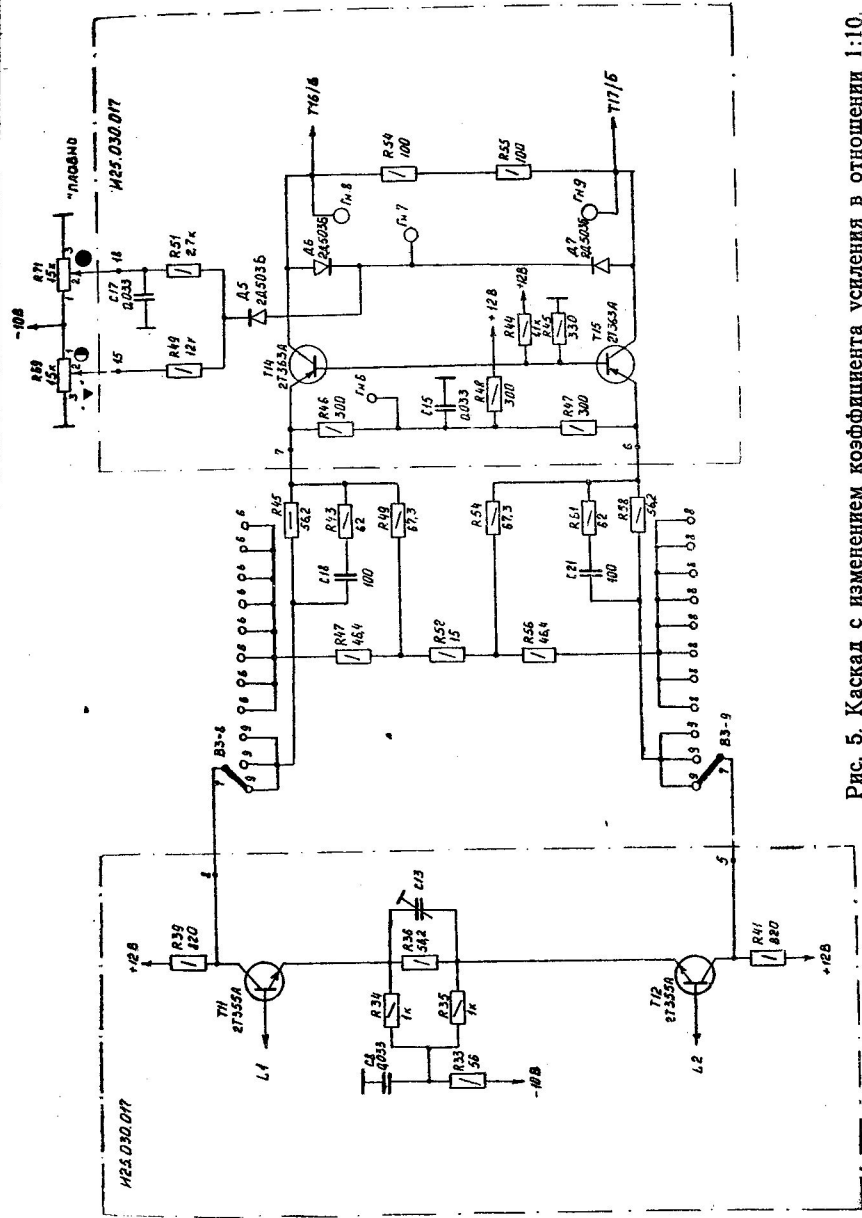


Рис. 5. Каскад с изменением коэффициента усиления в отношении 1:10.

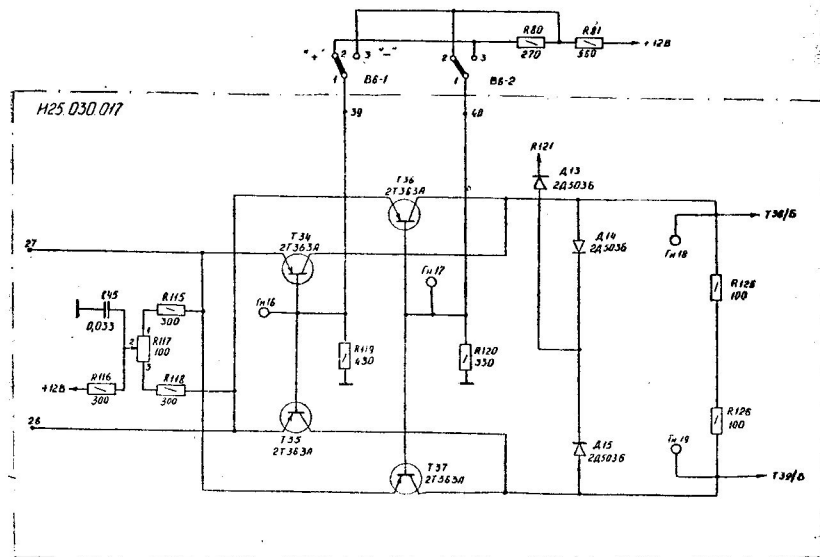


Рис. 6. Схема коммутатора полярности сигнала канала II.

В отличие от предварительного усилителя канала I канал II имеет коммутатор полярности исследуемого сигнала, собранный на транзисторах Т34—Т37 (рис. 6). Этот коммутатор управляется переключателем В6 «ПОЛЯРН.» (И22.068.791Э3). Когда переключатель В6 находится в положении «+», транзисторы Т34 и Т35 открыты и напряжение сигнала, снимаемое с резистора R115, усиливается и выделяется на резисторе R125 верхнего плеча схемы усилителя, а напряжение сигнала с резистора R118 выделяется на резисторе R126 нагрузки нижнего плеча схемы. Транзисторы Т36 и Т37 в этот момент закрыты. Когда переключатель В6 в положении «—», транзисторы Т36 и Т37 открыты и напряжение сигнала, снимаемое с резистора R115, усиливается и выделяется на резисторе R126 нагрузки нижнего плеча усилителя, а напряжение сигнала с резистора R118 выделяется на резисторе R125 нагрузки верхнего плеча схемы. Транзисторы Т34 и Т35 в этот момент закрыты и поэтому происходит инвертирование исследуемого сигнала.

Коммутатор каналов предназначен для переключения каналов тракта вертикального отклонения и для выбора сигнала синхронизации. Он состоит из диодного коммутатора каналов усиления входного сигнала (диоды Д16—Д19, Д22—Д25), вы-

ходного каскада (транзисторы Т52, Т53, Т56 и Т57), усилителя синхронизации (транзисторы Т49, Т51, Т47, Т48, Т54 и Т55), диодного коммутатора сигнала синхронизации (диоды Д26—Д29) и триггеров (транзисторы Т61—Т64).

Симметричный сигнал канала I поступает на аноды диодов Д18 и Д19 (рис. 7), а канала II — на аноды диодов Д16 и Д17.

В положении «I» переключателя В5—1 (И22.068.791Э3) напряжение минус 10 В через резистор R192 поступает на диоды Д16, Д17, Д23 и Д25. Потенциал баз транзисторов Т43 и Т44 привязан к стабилизированному потенциалу +3,3 В, снимаемого с стабилитрона Д21. В этом случае открыт диод Д25 и на его катоде будет напряжение порядка +2,6 В. Это напряжение прикладывается к катодам диодов Д16, Д17, которые открываются и фиксируют потенциал на эмиттерах транзисторов Т43, Т44 равный +3,3 В, что приводит к закрытию этих транзисторов. Сигнал с канала II на выходной каскад уже не поступает. Напряжение +12 В через резистор R194 поступает на диоды Д18, Д19, Д22 и Д24. Диод Д22 открывается и фиксирует потенциал +4 В на катодах диодов Д18 и Д19, что приводит их к закрытию и открытию транзисторов Т45 и Т46. Сигнал с канала I поступает на усилительный каскад, собранный на транзисторах Т52, Т53 и Т56, Т57, и далее на линию задержки ЛЗ. Цепочка R165, С69 служит для коррекции частотной характеристики этого усилительного каскада.

В положении «II» переключателя В5—1 (И22.068.791Э3), аналогично положению «I», открыты диоды Д18, Д19 и транзисторы Т43, Т44, а диоды Д16, Д17 и транзисторы Т45, Т46 закрыты. Сигнал канала I на усилительный каскад не поступает, а сигнал канала II поступает на усилительный каскад входного сигнала (транзисторы Т52, Т53 и Т56, Т57) и на каскад усилителя синхронизации (транзисторы Т49, Т51).

В положении «ПООЧЕР» переключателя В5—1 (И22.068.791Э3) на триггер коммутатора каналов (рис. 8) поступают управляющие импульсы генератора развертки А на катод Д31, которые управляют состоянием триггера (транзисторы Т61, Т63).

Во время одного хода развертки А сигнал на оконечный усилитель поступает с предусилителя канала I, а во время следующего хода развертки А — с предусилителя канала II. Когда включен канал I, транзистор Т61 открыт, а транзистор Т63 закрыт. Когда же включен канал II, то, наоборот, транзистор Т63 открыт, а транзистор Т61 закрыт.

В положении «ПРЕР» переключателя В5—1 (И22.068.791Э3) триггер работает в автоматическом режиме с частотой пере-

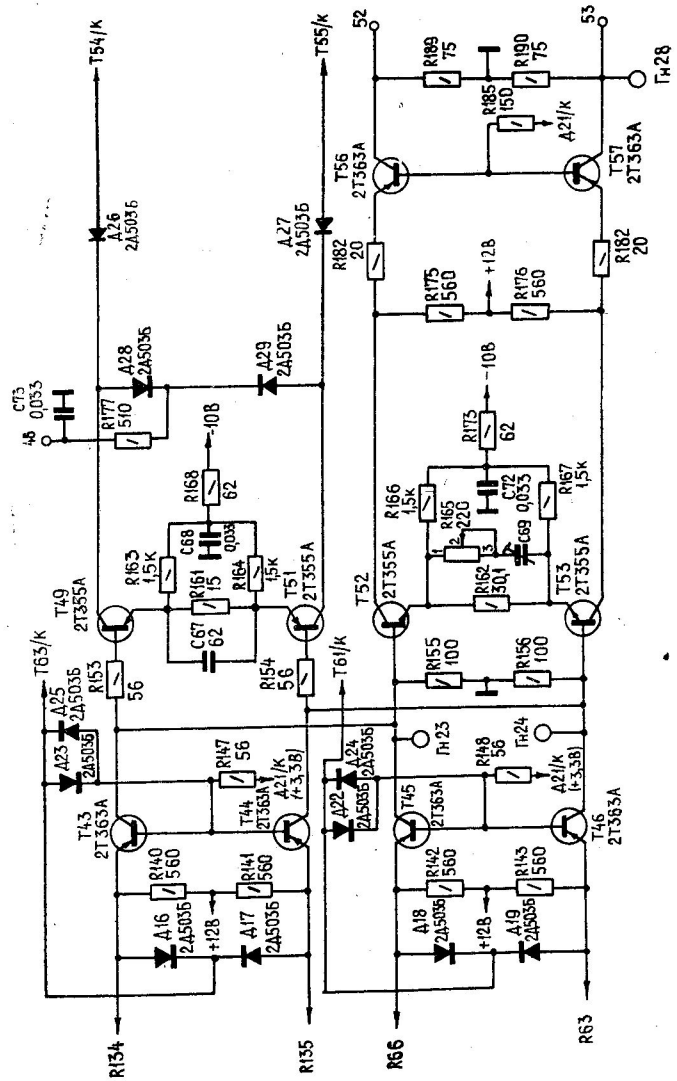


Рис. 7. Схема усилительных каскадов коммутатора каналов,

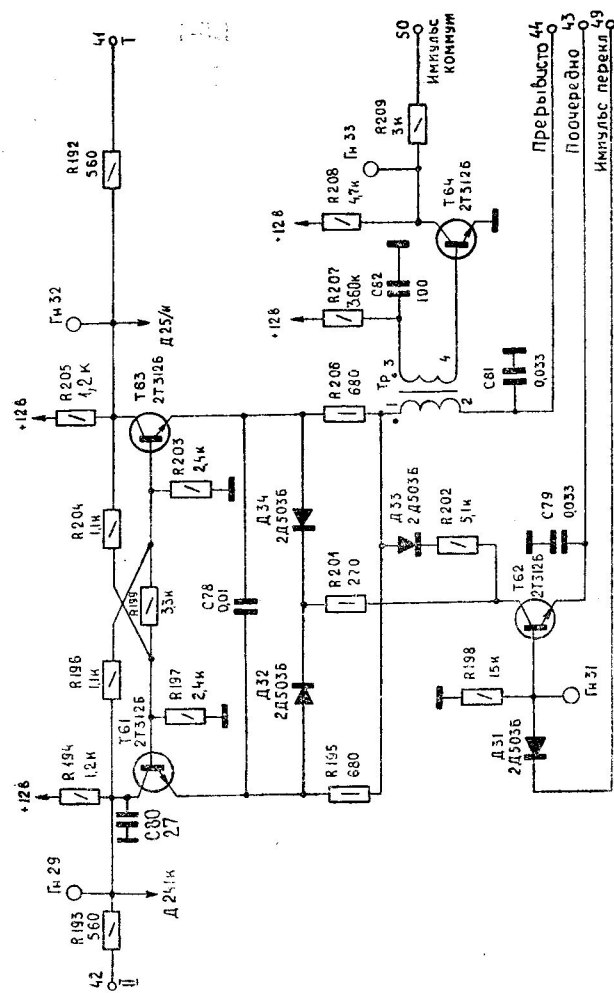


Рис. 8. Схема триггера коммутатора каналов.

ключения 500 кГц. Он автоматически подключает к оконечному усилителю канал I и канал II. Для гашения переходных процессов, возникающих во время переключения каналов, на усилитель Z подаются положительные импульсы с коллектора транзистора Т64.

В положении «СУММ.» переключателя В5-1 (И22.068.7913) положительный потенциал, снимаемый с обоих плеч триггера, открывает диоды Д23 и Д22, закрывает диоды Д16—Д19 и открывает транзисторы Т43—Т46, тем самым пропуская сигналы обоих каналов, которые суммируются на коллекторных нагрузках транзисторов Т45 и Т46.

С предусилителя канала I сигнал так же поступает на транзисторы Т47, Т48 и Т54, Т55 усилителя синхронизации, а канал II — на транзисторы Т49, Т51 усилителя синхронизации. Диодные коммутаторы, выполненные на диодах Д28, Д29 и Д26, Д27 позволяют осуществлять выбор сигнала синхронизации.

Диодный коммутатор управляется переключателем В5-3 (И22.068.791Э3). Когда переключатель В5-2, В5-3 находится в положении «1», открыты диоды Д28, Д29, а диоды Д26, Д27 закрыты. Сигнал с канала I поступает на вход усилителя синхронизации, а сигнал канала II не проходит.

В положении «I, II» переключателя В5-2, В5-3 (И22.068.791Э3) открыты диоды Д26, Д27, а диоды Д28, Д29 закрыты. Сигнал с канала I не проходит, т. к. закрыты транзисторы Т47, Т48, а сигнал с канала II поступает на вход усилителя синхронизации.

Линия задержки обеспечивает задержку сигнала траекторного отклонения приблизительно на 120 нс, что позволяет наблюдать передний фронт короткого импульса.

Оконечный усилитель Y (И25.030.020 Э3) предназначен для усиления сигналов, поступающих с усилителя Y предварительного (И25.030.017 Э3) для получения необходимого размаха напряжения на отклоняющей системе ЭЛТ.

Оконечный усилитель состоит из выходного предусилителя собранного на двух каскадных схемах (рис. 9), и собственного выходного каскада (рис. 10).

Полоса усиления оконечного усилителя может изменяться помощью тумблера В1 «ПОЛОСА» (И22.044.072Э3). Когда тумблер В1 находится в положении «ПОЛНАЯ», то полоса пропускания оконечного усилителя максимальная; в положении «5 МГц» полоса пропускания уменьшается до 5 МГц. В этом положении тумблера с помощью диода Д3 (рис. 9) к коллектору нагрузкам транзисторов Т7, Т8 подключается конденсатор С22, который и шунтирует высокие частоты. Уменьшен

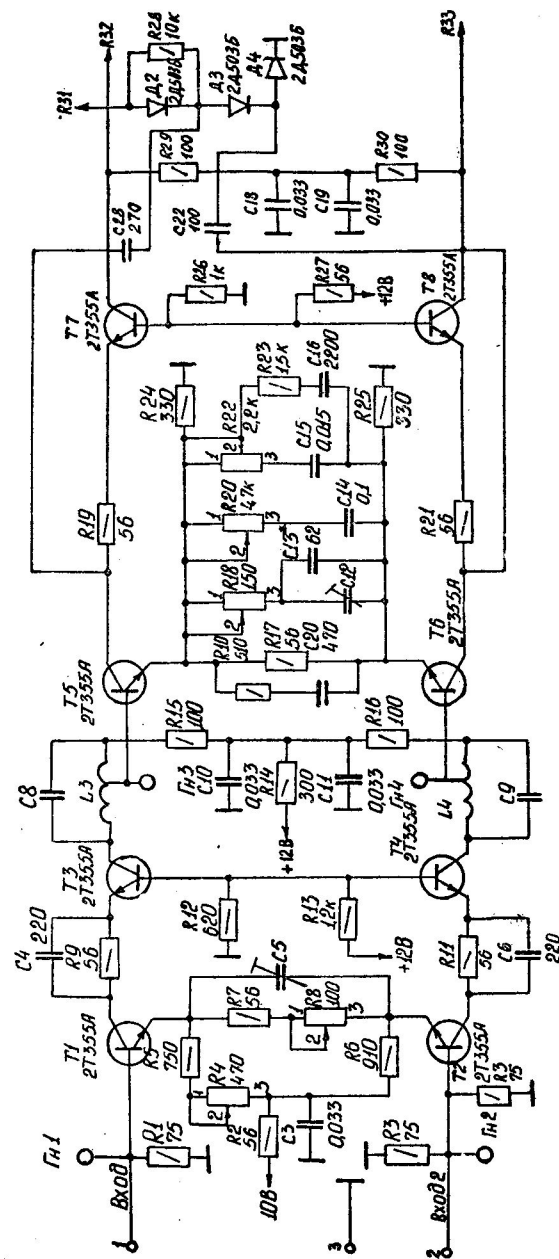


Рис. 9. Схема выходного предусилителя.

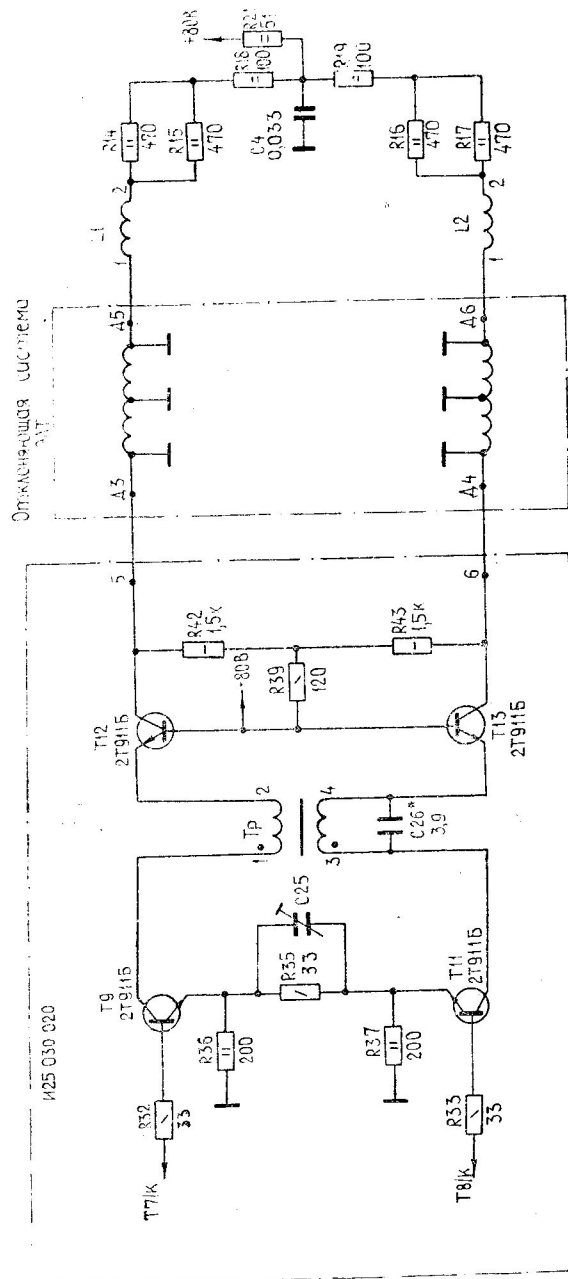


Рис. 10. Схема выходного каскада.

полосы предусмотрено с целью уменьшения высокочастотных наводок и напряжения шумов на экране ЭЛТ при исследовании сигналов в полосе 0—5 МГц.

Между транзисторами T9 и T12, T11 и T13 включен симметрирующий трансформатор Тр, который подавляет синфазную составляющую входного сигнала.

Цепочки R9, C4; R11, C6; и R19, и R22 уменьшают индуктивность дорожек, что, в свою очередь, повышает стабильность усилительных каскадов.

Потенциометр R4 служит для балансировки оконечного усилителя Y. Коррекцию коэффициента усиления оконечного усилителя Y производят с помощью потенциометра R8.

Выходной каскад (рис. 10) собран по каскодной схеме. С выхода усилителя на вход введена обратная связь, причем два сопротивления обратной связи R28 и R29 являются одновременно нагрузкой предыдущего каскада.

Выходные симметричные сигналы с коллекторов выходных транзисторов T12 и T13 подаются на отклоняющую систему ЭЛТ. Нагрузкой отклоняющей системы, которая представляет собой LC-фильтр низкой частоты, служат резисторы R14—R19 (И22.044.072Э3).

При нажатии кнопки Кн1-1 «ПОИСК ЛУЧА» (И22.044.072Э3) понижается потенциал на коллекторах транзисторов T7 и T8, что приводит к быстрому насыщению одного из них, ограничивая тем самым перемещение луча в пределах рабочей части экрана ЭЛТ.

5.2.2. Тракт горизонтального отклонения луча состоит из усилителя синхронизации, двух генераторов разверток А и Б и усилителя X.

Усилитель синхронизации (И22.075.013Э3) вырабатывает импульсы, запускающие генератор развертки А.

Структурная схема усилителя (рис. 11) состоит из:

- истокового и эмиттерного повторителей;
- коммутатора выбора сигнала синхронизации;
- схемы выбора полосы синхронизации;
- триггера синхронизации;
- усилительного каскада;
- мультивибратора блокировки;
- триггера запуска развертки А.

Сигнал синхронизации можно получить от трех источников: внутреннего, внешнего и от сети — в зависимости от положения переключателя В8 (рис. 12). При его положениях:

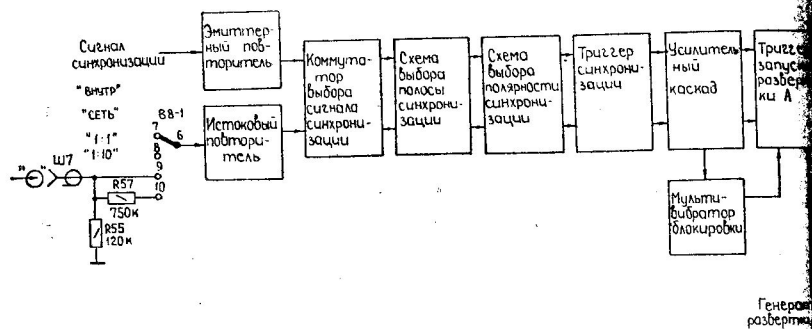


Рис. 11. Структурная схема усилителя синхронизации.

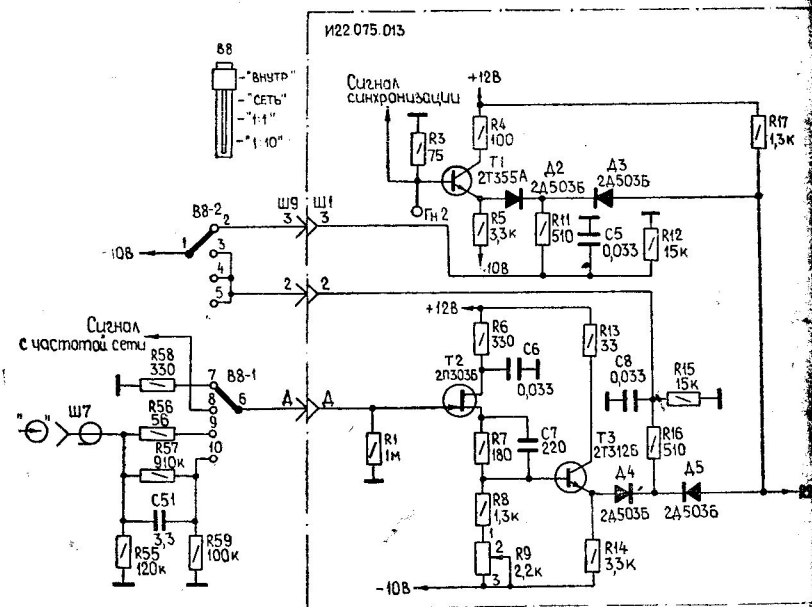


Рис. 12. Схема эмиттерных и истокового повторений и коммутатора выбора сигнала синхронизации.

«ВНУТР.» — сигнал синхронизации с усилителя У передаточного (И25.030.017Э3) поступает на базу эмиттерного повторителя, выполненного на транзисторе Т1;

«СЕТЬ» — сигнал синхронизации с выпрямителя (И23.215.138Э3) поступает в затвор истокового повторителя, выполненного на транзисторе Т2;

«1:1», «1:10» — сигнал синхронизации поступает на затвор истокового повторителя от внешнего источника. В положении «1:10» входной сигнал делителем R57, R59, C51, емкостью кабеля и паразитными емкостями монтажа ослабляется в 10 раз.

Когда переключатель В8 находится в положении «ВНУТР.», сигнал синхронизации с эмиттерного повторителя (транзистор Т1) поступает на диодный коммутатор (диоды Д2—Д5) выбора сигнала синхронизации, а через резистор R11 подается напряжение минус 10 В, которое открывает диоды Д2 и Д3 (диоды Д4, Д5 при этом закрыты). Сигнал синхронизации через диоды Д2, Д3 поступает на схему выбора полосы синхронизации.

В положении «СЕТЬ», «1:1» и «1:10» переключателя В8 сигнал синхронизации с истокового повторителя (транзистор Т2) через эмиттерный повторитель (транзистор Т3) поступает на диодный коммутатор (диоды Д2—Д5), а через резистор R16 подается напряжение минус 10 В, которое открывает диоды Д4, Д5 (диоды Д2, Д3 при этом закрыты). Сигнал синхронизации через диоды Д4, Д5 поступает на схему выбора полосы синхронизации.

Для защиты полевого транзистора Т2 от больших отрицательных напряжений, которые могут быть поданы на входное гнездо Ш1, в цепь затвора транзистора Т2 включен ограничивающий диод Д1.

Схема выбора полосы и полярности синхронизации состоит из низкочастотного и высокочастотного усилителей и диодного коммутатора выбора полярности (рис. 13).

Низкочастотная часть схемы выбора полосы состоит из эмиттерного повторителя (транзистор Т4) входа Х, истоковых повторителей (транзисторы Т8, Т9) и микросхемы У (дифференциальный усилитель).

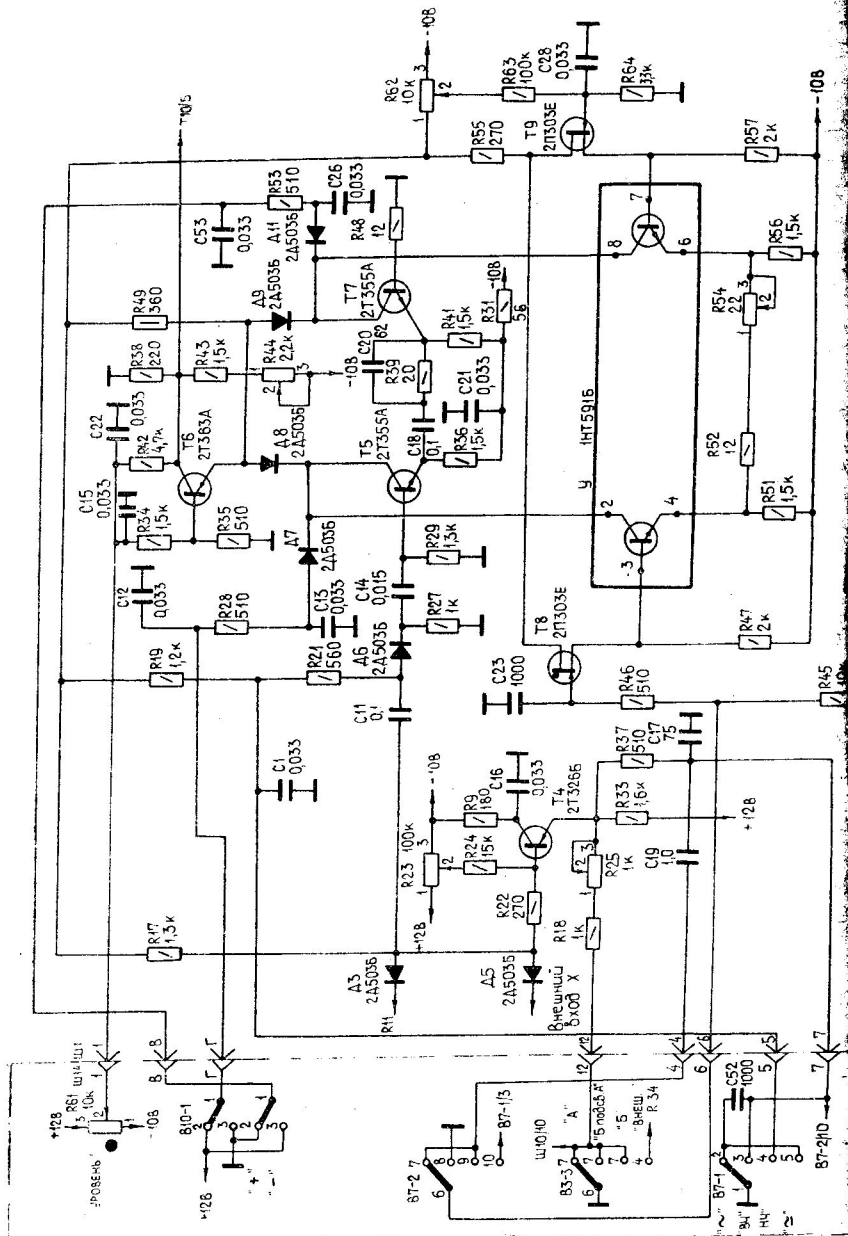
Высокочастотная часть схемы состоит из балансного усилителя (транзисторы Т5, Т7) и усилителя (транзистор Т6).

Схема выбора полярности синхронизации собрана на диодах Д7—Д9, Д11.

Схема выбора полосы в зависимости от положения переключателя В7 обеспечивает следующие режимы синхронизации:

- «~» — частота сигнала синхронизации $16 \cdot 10^{-6}$ — 100 МГц;
- «ВЧ» — частота сигнала синхронизации $50 \cdot 10^{-3}$ — 100 МГц;
- «НЧ» — частота сигнала синхронизации $16 \cdot 10^{-6}$ — $1 \cdot 10^{-4}$ МГц;
- «-» — частота сигнала синхронизации 0—100 МГц.

В положении «~» переключателя В7 низкочастотная составляющая сигнала синхронизации с диодного коммутатора поступает на эмиттерный повторитель входа Х (транзистор Т4). Эмиттер транзистора Т4 с помощью переключателя В3 через



резисторы R18 и R25 закорачивается на землю. С помощью потенциометра R25 в эмиттере T4 выставляется нуль.

С эмиттерного повторителя сигнал синхронизации через RC-фильтры, образованные резисторами R37, R45, R46 и конденсаторами C17, C19, C23 и C52 (И22.044.072Э3), которые обеспечивают полосу пропускания $16 \cdot 10^{-3} - 50$ кГц, поступает на дифференциальный усилитель. Балансировка усилителя производится потенциометром R62.

С усилителя низкочастотный сигнал через диодный коммутатор поступает на транзистор T6, усиливается и выделяется на резисторах R43, R44.

Высокочастотная составляющая сигнала синхронизации через RC-фильтры, образованные резисторами R21, R27, R29, конденсаторами C11, C14 и коммутирующим диодом D6, поступает на балансный усилитель, собранный на транзисторах T5, T7. Полоса пропускания RC-фильтров от $50 \cdot 10^{-3}$ до 100 МГц. Высокочастотная составляющая сигнала синхронизации усиливается балансным усилителем и через диодный коммутатор поступает на транзистор T6, усиливается и складывается на резисторах R43, R44 с низкочастотной составляющей. Коллектор транзистора T6 соединен с потенциометром R61 (И22.044.072Э3), который управляет уровнем синхронизации.

В положении «ВЧ» переключателя B7 низкочастотная составляющая сигнала синхронизации закорачивается на землю, а высокочастотная составляющая, как и в положении «~», поступает через RC-фильтры, балансный усилитель, коммутатор полярности и транзистор T6 на резисторы R43, R44.

Когда переключатель B7 находится в положении «НЧ», точка соединения резисторов R19, R21 подключается на землю, диод D6 закрывается и высокочастотная составляющая сигнала синхронизации не поступает на балансный усилитель. Низкочастотная составляющая, как и в положении «~», поступает на дифференциальный усилитель, а затем выделяется на резисторах R43 и R44. Полоса пропускания RC-фильтра повышается до 100 кГц за счет того, что в этом положении переключателя B7 конденсатор C52 не подсоединен к схеме.

Когда переключатель B7 установлен в положении «~» высокочастотная составляющая проходит так же, как и в положении «~», а низкочастотная составляющая через RC-фильтр, состоящий из резисторов R37, R46 и конденсаторов C17, C23 и C52 (И22.044.072Э3), проходит на дифференциальный усилитель и складывается с высокочастотным сигналом на резисторах R43 и R44.

Выбор полярности синхронизации производится диодным

коммутатором (диоды Д7—Д9, Д11), который управляет зой сигнала синхронизации, с помощью переключателя В10.

Когда переключатель В10 находится в положении «+», диод Д7 подается напряжение +12 В, которое открывает а диод Д11 подключается на землю и закрывается. При э диод Д8 закрыт, диод Д9 открыт, а транзистор Т6 управляет токами транзистора Т7 и второго транзистора микросхемы.

Если же переключатель В10 находится в положении «-» то на диод Д11 подается напряжение +12 В, которое открывает его, а диод Д7 подключается на землю и закрывается. П этом диод Д9 закроется, диод Д8 откроется, а транзистор Т6 управляется токами транзистора Т5 и первого транзистора микросхемы У.

Токи, протекаемые в транзисторах Т5, Т6, имеют противоположные направления, что вызывает изменение полярности сигнала на 180° при переключении переключателя В10 из одного положения в другое.

Выделенный на резисторах R43 и R44 сигнал синхронизации поступает на триггер синхронизации, который состоит транзисторов Т10, Т11 и туннельного диода Д12 (рис. 14). Потенциал эмиттера транзистора Т11 фиксирован и определяет падением напряжения на резисторе R58, стабилитроне Д13

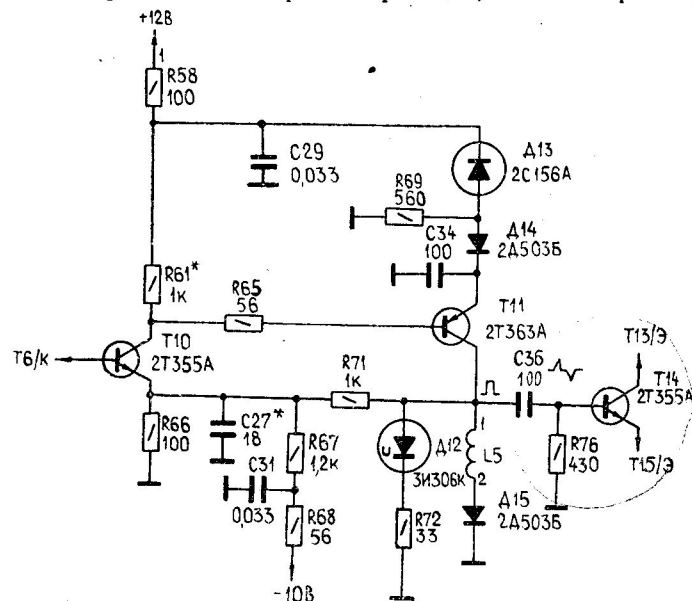


Рис. 14. Триггер синхронизации

диоду Д14. Когда падение напряжения на резисторах R59, R61 станет меньше падения напряжения на стабилитроне Д13 и на переходе эмиттер-база транзистора Т11, последний открывается. Так как дифференциальное сопротивление стабилитрона очень мало, то через транзистор Т11 в момент открывания потечет большой ток, который перекинет туннельный диод Д12 в высоковольтное состояние. В коллекторе Т11 выделится положительный импульс с очень крутыми фронтами. Он дифференцируется цепочкой R76, C36 и поступает на усилительный каскад.

Усилительный каскад (рис. 15) собран на транзисторах Т13—Т15. Дифференцированные импульсы синхронизации усиливаются транзисторами Т14, Т15 и поступают на мультивибратор блокировки. Кроме того, импульсы синхронизации усиливают-

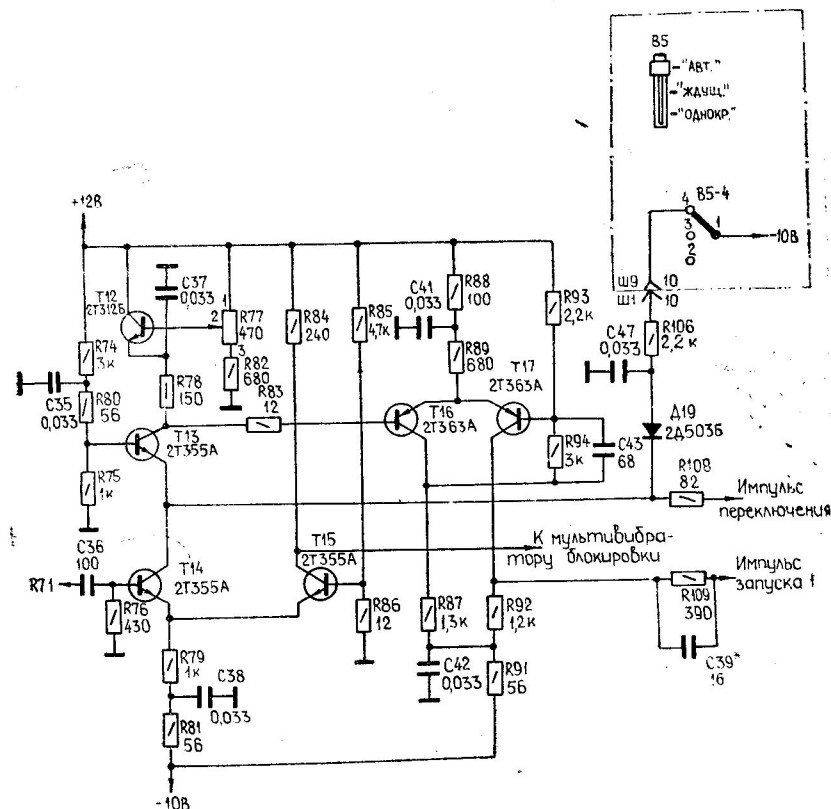


Рис. 15. Усилительный каскад и триггер запуска развертки А.

ся транзистором Т13 и поступают на триггер запуска разветки А.

Ток, протекаемый в транзисторе Т13, имеет три составляющие:

— ток, который течет от источника минус 10 В через закрытый транзистор Т14;

— ток, который течет от источника минус 10 В через переключатель В5, резистор R108 и диод Д19 (переключатель В5 находится в положении «АВТ.»);

— ток, который течет от источника минус 10 В через резистор R109.

Через транзистор Т13 может протекать ток, состоящий одной, двух и трех составляющих:

$$I_{KT13} = I_{KT14} + I_{R108} + I_{R109},$$

где I_{KT13} — ток коллектора транзистора Т13, мА;

I_{KT14} — ток, протекаемый через открытый транзистор Т14 от источника минус 10 В, мА;

I_{R108} — ток, протекаемый от источника минус 10 В (переключатель В5-4 находится в положении «АВТ.» через резистор R108 и диод Д19, мА;

I_{R109} — ток, протекаемый от источника минус 10 В через резисторы R22 (схема развертки А, рис. 19) и R109 в момент, когда транзистор Т6 закрыт, мА.

Ток коллектора транзистора Т13 управляет триггером запуска развертки А.

Триггер запуска развертки А собран на транзисторах Т17 и имеет два устойчивых состояния (рис. 15).

Если $I_{KT13} = I_{KT14}$ или же $I_{KT13} = I_{KT14} + I_{R108}$, то транзистор Т16 закрыт, а транзистор Т17 открыт.

Если $I_{KT13} = I_{KT14} + I_{R109}$,

$$I_{KT13} = I_{R108} + I_{R109}$$

или же

$$I_{KT13} = I_{KT14} + I_{R108} + I_{R109},$$

то потенциал базы транзистора Т16 станет меньше потенциала базы транзистора Т17 и триггер перейдет в другое устойчивое состояние: транзистор Т16 откроется, а транзистор Т17 закроется. В коллекторе транзистора Т17 образуется отрицательный импульс запуска, который перекинется туннельный диод в генераторе развертки А в высоковольтное состояние.

Триггер запуска развертки А может работать в двух режимах: автоматическом и ждущем.

Выше был описан автоматический режим.

В ждущем режиме триггер запуска работает, когда переключатель В5 находится в положении «ЖДУЩ.», то есть источник минус 10 В отключен и через транзистор Т13 не потечет ток I_{R108} .

В этом случае для того, чтобы транзистор Т16 открыть, а транзистор Т17 закрыть, одного импульса переключения с триггера обратного хода будет недостаточно. Триггер будет ждать, пока в базу транзистора Т16, кроме импульса переключения, не поступит еще и импульс синхронизации. Триггер опрокинется и на схему генератора развертки поступит импульс запуска.

Мультивибратор блокировки (схема блокировки автоматического режима работы генератора развертки А) состоит из транзисторов Т18—Т22 (рис. 16). Транзисторы Т18, Т21 образуют мультивибратор с одним устойчивым состоянием. В исходном состоянии, когда на мультивибратор не поступают импульсы синхронизации с коллектора транзистора Т15, транзистор Т18 закрыт, а транзистор Т21 открыт. От источника +80 В протекает ток через резистор R97 и открытые диоды Д17 и Д18. Диод Д18 держит в закрытом состоянии транзистор Т19. Конденсатор С44 заряжен до потенциала коллектора транзистора Т18.

Когда в базу транзистора Т18 поступит импульс синхронизации, мультивибратор перекинется. Конденсатор С44 начнет разряжаться через открытый транзистор Т18 и резисторы R104.

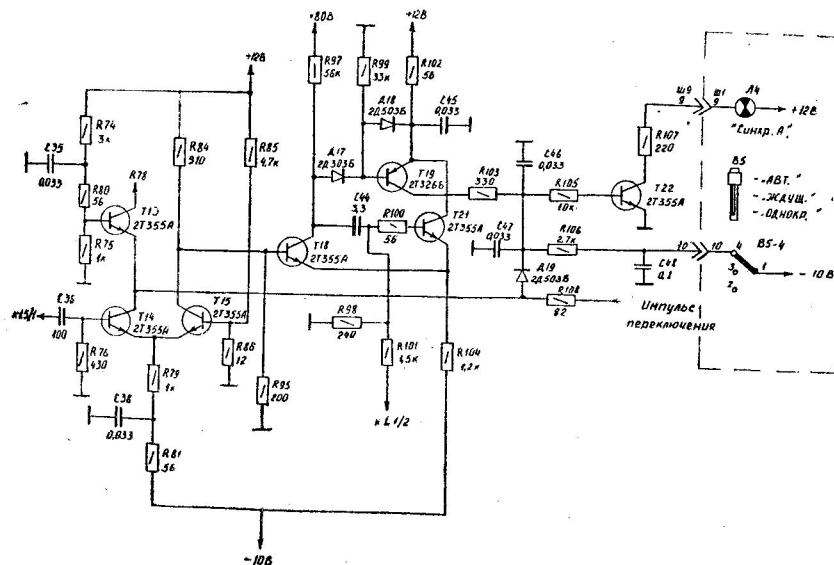


Рис. 16. Мультивибратор блокировки.

Р98. Диоды Д17, Д18 закроются, а транзистор Т19 откроет. Положительный потенциал коллектора транзистора Т19 закроет диод Д19. Через него перестанет протекать ток от источника μ нус 10 В (переключатель В5 находится в положении «АВТ», а, значит, триггер запуска не сможет опрокинуться. Таким образом блокируется автоматическая работа генератора развертки А. Время блокировки зависит от постоянной времени цепочки Р97, С44.

Если частота импульсов синхронизации больше постоянной времени цепочки Р97, С44, то есть конденсатор С44 не успева зарядиться до потенциала коллектора транзистора Т18, то генератор развертки А будет работать в ждущем режиме, хотя переключатель В5 находится в положении «АВТ.».

В момент прихода импульсов синхронизации транзистор Т18 открывается, и на передней панели прибора загорается лампочка Л4 «СИНХР. А».

Генератор развертки А (И25.081.007ЭЗ) вырабатывает пилообразное напряжение, которое усиливается усилителем Х и поступает на горизонтально отклоняющие пластины ЭЛТ, а также импульсы подсвета для подсвета ЭЛТ на время, равное длительности развертки А.

В состав схемы генератора развертки А входят:

- схема запуска развертки А;
- схема усилителя импульсов подсвета;
- схема генератора пилы развертки А;
- схема однократного запуска и сигнализации однократного запуска;

— схема компаратора задержанной развертки;

— схема триггера управления генератором развертки Б.

В схему запуска развертки А (рис. 17) входит туннельный диод Д6 и транзистор Т7. Туннельный диод находится в низковольтном состоянии до тех пор, пока с триггера запуска (усилитель синхронизации) не поступит отрицательный импульс пуска, который перекинет диод в высоковольтное состояние.

Транзистор Т7 откроется и в его коллекторе выделится положительный импульс, который через цепочку Р27, С15 поступит на усилитель импульсов подсвета (транзистор Т9) и буферный усилитель (транзистор Т14).

Усилитель импульсов подсвета (рис. 18) собран на транзисторах Т9 и Т11. Положительный импульс, поступающий на базу транзистора Т9, открывает его, а транзистор Т11 при этом закрывается. С коллектора транзистора Т9 снимается отрицательный импульс, который подается на эмиттер транзистора Т8, генератор развертки Б и усилитель Z. Когда переключатель находится в положении «ВНЕШ.», напряжение +12 В закрывает

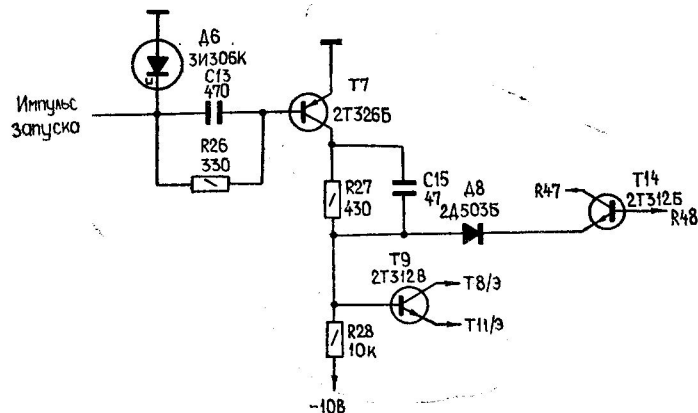


Рис. 17. Схема запуска развертки А.

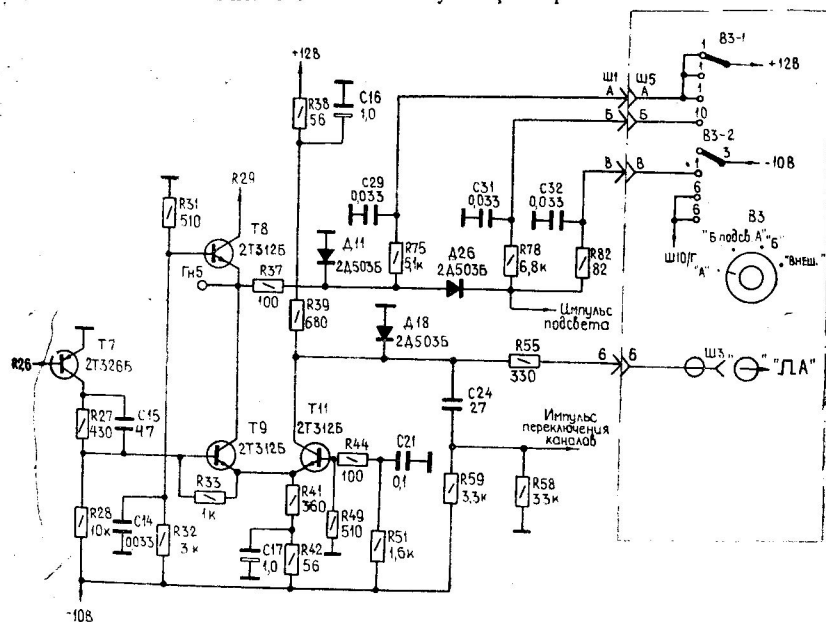


Рис. 18. Усилитель импульсов подсвета.

диод Д26 и импульсы не поступают на усилитель Z и генератор развертки Б. В коллекторе транзистора Т11 вырабатывается положительный импульс, который поступает на выходное гнездо ШЗ « $\odot$ Л А».

Кроме того, с-коллектора транзистора T11 после дифференцирования цепочкой C24, R58 импульсы поступают на усилитель Y предварительный для переключения каналов.

В схему развертки А (рис. 19) входит:

- буферный каскад;
- генератор пилообразного напряжения А;
- выходной усилитель;
- эмиттерный повторитель;
- усилитель начального уровня развертки;
- схема восстановления первоначального уровня пилообразного напряжения;
- триггер обратного хода.

В эмиттер транзистора T14 поступает положительный импульс. Транзистор T14 закрывается. Один из времязадающих конденсаторов, подключаемых к коллектору транзистора T14 начнет заряжаться через резистор R46 и один из времязадающих резисторов, подключаемых переключателем В2 «А и ВРЕМЯ/ДЕЛ. и ВРЕМЯ ЗАДЕРЖ.» от источника +80 В. Положительное напряжение заряда передается истоковым повторителем в базу транзистора T16.

На транзисторах T16, T15 собран генератор пилообразного напряжения по схеме интегратора Миллера. Увеличение тока коллекторе транзистора T16 приводит к понижению его потенциала, что и обеспечивает линейный заряд времязадающей емкости. В его коллекторе образуется пилообразное напряжение с отрицательным наклоном. Оно поступает на выходной буферный каскад, собранный на транзисторе T17.

Когда переключатель В3 находится в положениях «А» и «Б ПОДСВ. А», то транзистор T17 открыт и пилообразное напряжение с его коллектора поступает на вход усилителя X. В положении «Б» и «ВНЕШ.» переключателя В3 напряжение минус 10 В закрывает транзистор T17.

С коллектора транзистора T16 пилообразное напряжение поступает на компаратор и, кроме того, через эмиттерный повторитель, выполненный на транзисторе T13, и диод Д5 — на базу транзистора T6, который вместе с транзистором T5 образует триггер схемы сравнения. Во время прямого хода развертки транзистор T6 закрыт, а транзистор T5 открыт. При уменьшении потенциала коллектора транзистора T16 диод Д5 открывает, что приводит к понижению потенциала базы транзистора T6.

Когда потенциал базы транзистора T6 станет меньше потенциала базы транзистора T5, транзистор T6 открывается и в коллекторе вырабатывается импульс переключения, который поступает на триггер запуска развертки, собранный на плате усилителя синхронизации, что приводит к окончанию отрицатель-

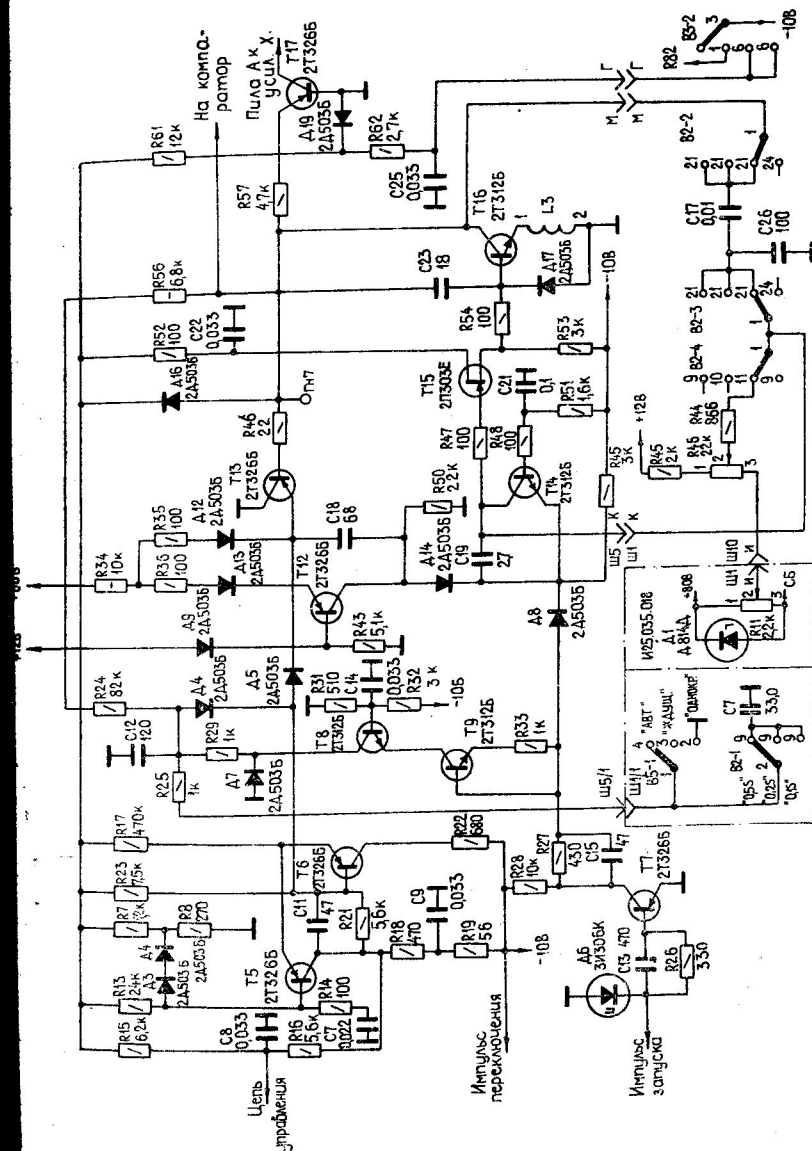


Рис. 19. Схема генератора развертки А.

го импульса на туннельном диоде Д6, то есть переводит его из низковольтного состояния. Транзисторы Т7, Т8 закрываются, транзистор Т14 открывается, а времязадающий конденсатор начинает разряжаться. Уменьшение заряда передается истоком повторителя и приводит к уменьшению тока коллектора транзистора Т16, то есть начинает расти его потенциал.

Далее следует обратный ход развертки А. Увеличение напряжения происходит до тех пор, пока не откроется транзистор, который повышает потенциал эмиттера транзистора Т14. В этом прекращается разряд времязадающей емкости и устанавливается начальный уровень пилообразного напряжения развертки А. Во время обратного хода развертки А диод Д5 закрыт.

Во время прямого хода развертки транзистор Т8 открыт, держит под нулевым потенциалом конденсатор С12 и один конденсаторов обратного хода, подключаемых с помощью переключателя В2. Во время обратного хода развертки транзистор Т8 закрывается и эти конденсаторы начинают заряжаться от источника +80 В через резистор R24. Когда потенциал анода диода Д4 станет больше потенциала катода, диод Д4 откроется. Напряжение на базе транзистора Т6 начнет расти, то транзистор Т6 закроется, а транзистор Т5 откроется.

В коллекторе транзистора Т6 образуется импульс переключения, который опять поступает на усилитель синхронизации.

Следует отметить, что время нахождения транзистора в открытом состоянии должно быть больше времени обратного хода развертки в любом положении переключателя В2.

Схема однократного запуска и сигнализации однократного запуска показана на рис. 20.

В режиме «ОДНОКР.» с помощью переключателя В5 разряжаются на землю емкости, определяющие продолжительность обратного хода развертки и время установления генератора. В этом случае триггером обратного хода управляет схема однократного запуска, собранная на транзисторах Т1, Т3.

Когда контакты 1, 3 кнопки Кн2 разомкнуты, транзистор Т1 открыт, а транзисторы Т3 и Т4 закрыты. Так как времязадающие емкости закорочены на землю, то потенциал базы транзистора Т6 будет ниже потенциала базы транзистора Т5, то транзистор Т6 открыт, а транзистор Т5 закрыт. Такое состояние триггера обратного хода является необходимым условием запуска генератора развертки А. При нажатии кнопки «ТОВ.» контакты 1, 3 замыкаются, резистор R1 закорачивается на землю, а транзистор Т1 закрывается.

Конденсаторы обратной связи С3 и С5 начнут заряжаться от источника +12 В, то есть возрастает напряжение на эми-

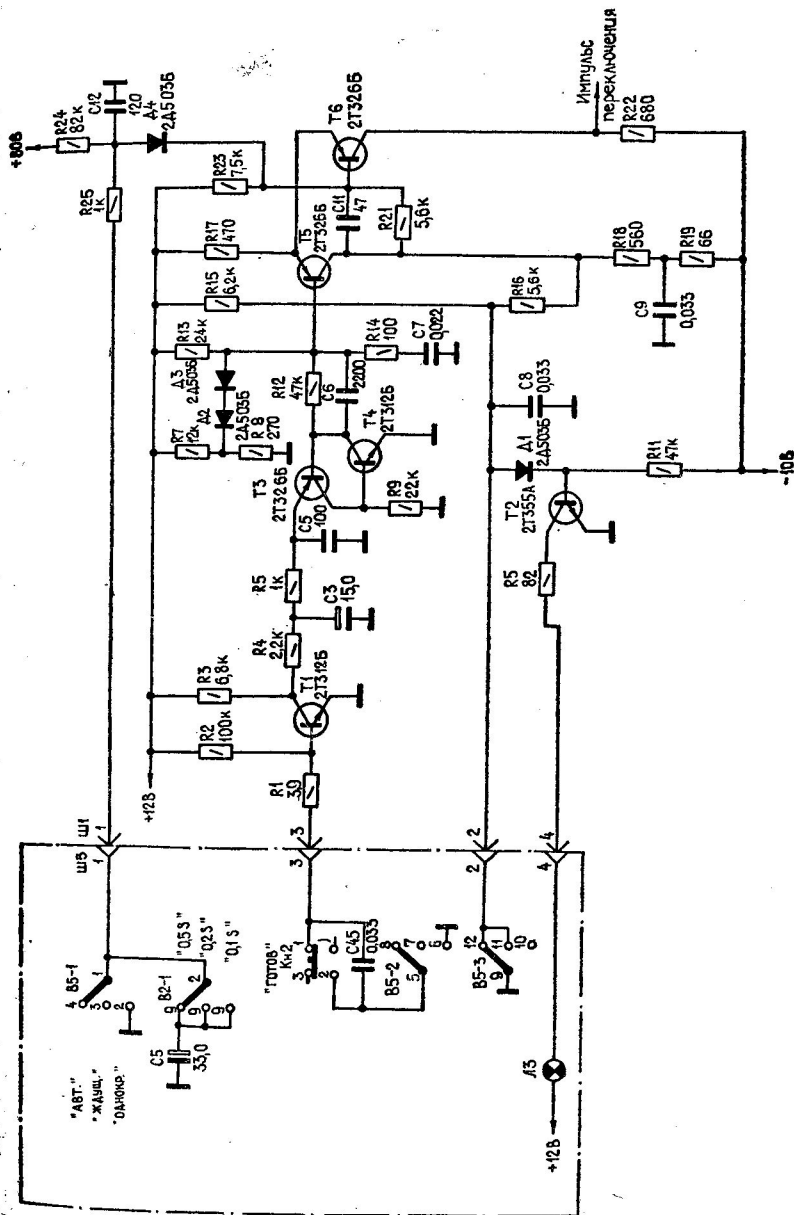


Рис. 20. Схема однократного запуска и сигнализации однократного запуска.

транзистора Т3. Транзисторы Т3 и Т4 открываются. В момент открывания транзистора Т4 его коллекторный ток резко возрастает, что приводит к тому, что конденсатор С6 начинает заряжаться, а также понижается потенциал базы транзистора Т5. Триггер опрокидывается. Транзистор Т5 открывается, а транзистор Т6 закрывается. В коллекторе транзистора Т6 образуется импульс переключения, который поступает на схему синхронизации, то есть подготавливают генератор развертки А к запуску.

Открывание транзистора Т5 приводит к тому, что к базе транзистора Т2 прикладывается положительное напряжение. Транзистор Т2 открывается и загорается лампочка однократного запуска ЛЗ. Когда переключатель В5 находится в положениях «АВТ.» и «ЖДУЩ.», база транзистора Т2 закорочена корпус и транзистор Т2 закрыт.

Компаратор задержанной развертки (рис. 21) собран на транзисторах Т18—Т23. Эмиттера транзистора Т18 и Т23 подключены к генератору тока (транзистор Т22). На базу транзистора Т18 поступает пилообразное напряжение с коллектора транзистора Т16, а на базу транзистора Т23, с потенциометра R49 «МНОЖ. ЗАДЕРЖ.» подается постоянное напряжение. При показании «МНОЖ. ЗАДЕРЖ.» равно нулю потенциал базы транзистора Т23 равен начальному уровню пилообразного напряжения развертки А. Когда потенциал базы транзистора Т18 станет меньше потенциала базы транзистора Т23, он закроется. В его коллекторе образуется положительный импульс, который поступает на базу транзистора Т19. Транзистор Т23 при этом открывается. В его коллекторе образуется отрицательный импульс, который передается эмиттерным повторителем (транзистор Т21) и эмиттер транзистора Т19. Транзистор Т19 находится под двойным управлением. Под действием запирающих импульсов, поступающих на его эмиттер и базу, он закрывается. В его коллекторе образуется отрицательный импульс с очень крутыми фронтами, который дифференцируется цепочкой R79, C27 и поступает на базу транзистора Т25.

Триггер управления генератором развертки Б (рис. 22) собран на транзисторах Т24—Т26.

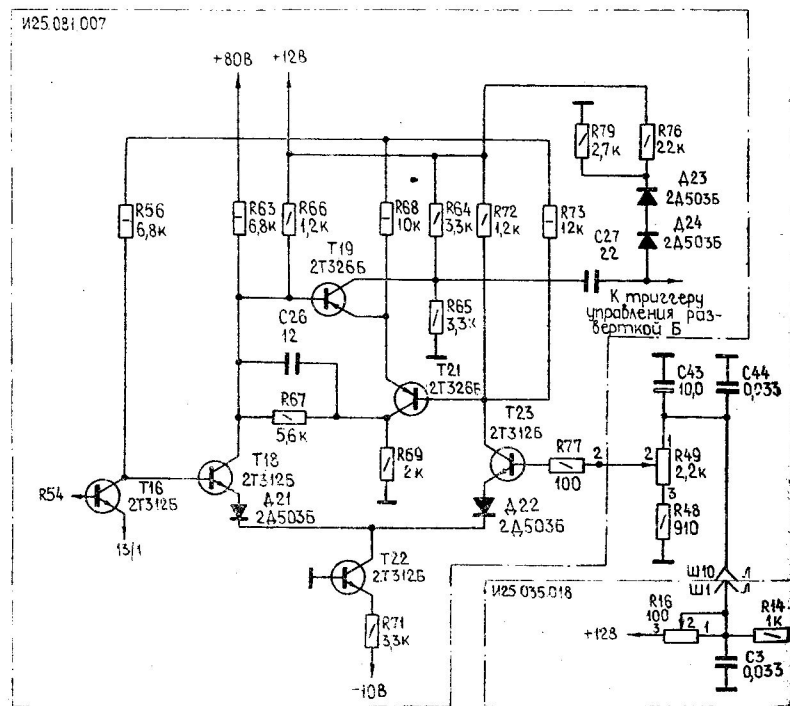


Рис. 21. Компаратор задержанной развертки.

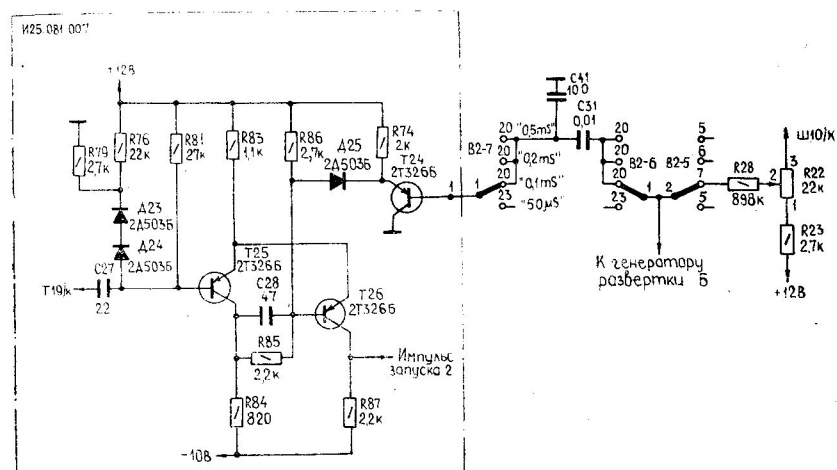


Рис. 22. Триггер управления генератором развертки Б.

В исходном состоянии транзистор Т25 закрыт, а транзистор Т26 открыт. Когда на базу транзистора Т25 поступает дифференцированный импульс, триггер опрокидывается, то есть транзистор Т25 открывается, а транзистор Т26 закрывается. В коллекторе транзистора Т26 образуется отрицательный импульс запуска, который переводит туннельный диод генератора развертки Б из низковольтного в высоковольтное состояние, т. е. запускается генератор развертки Б.

Пилообразное напряжение этого генератора поступает в эмиттерного повторителя, собранного на транзисторе Т24. Когда потенциал эмиттера транзистора Т24 станет ниже потенциала базы транзистора Т26, откроется диод Д25, что в свою очередь вызовет понижение потенциала базы транзистора Т26. В момент, когда потенциал базы транзистора Т26 станет ниже потенциала базы транзистора Т25, транзистор Т25 закроется, Т26 откроется, что приведет к перебрасыванию туннельного диода генератора развертки Б в низковольтное состояние. Санный выше режим работы триггера управления соответствует условию, когда длительность развертки генератора Б меньше длительности развертки генератора А. В случае, когда длительность развертки генератора Б больше или равна длительности развертки генератора А, управление триггера (Т25 и Т26) осуществляется от компаратора, т. е. положительные импульсы компаратора закрывают транзистор Т25 и открывают транзистор Т26, а отрицательные — открывают транзистор Т25 и закрывают транзистор Т26.

Генератор развертки Б (И25.081.006Э3) вырабатывает пилообразное напряжение, которое усиливается усилителем Х и поступает на горизонтально отклоняющие пластины ЭЛТ в течение времени, равное длительности развертки Б.

Схема генератора развертки Б (рис. 23) состоит из:

- эмиттерного и истокового повторителей;
- коммутатора выбора сигнала синхронизации;
- схемы выбора полосы синхронизации;
- схемы выбора полярности синхронизации;
- триггера синхронизации;
- усилительного каскада;

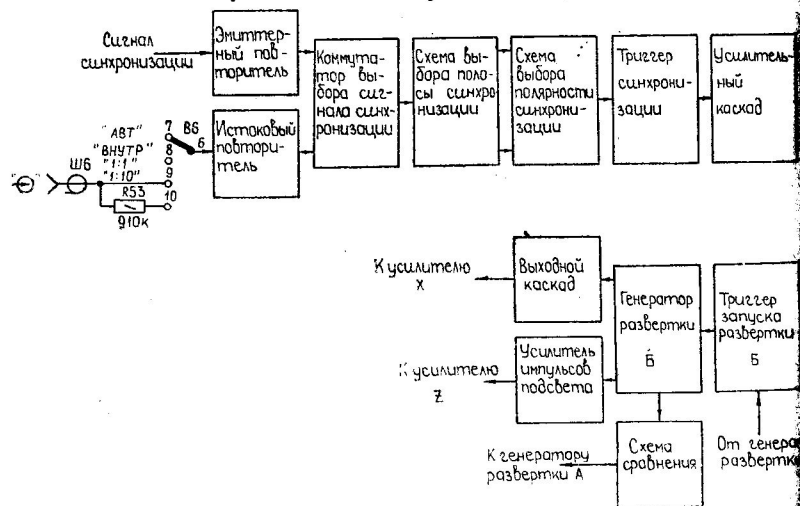


Рис. 23. Структурная схема генератора развертки Б.

- схемы выбора полярности синхронизации;
- триггера синхронизации;
- усилительного каскада;
- схемы запуска развертки Б;
- усилителя импульсов подсвета;
- генератора развертки Б;
- выходного каскада.

Генератор развертки Б работает в автоматическом и ждущем режимах.

Когда переключатель В6 находится в положении «АВТ.» (рис. 24), резистор R102 подключается к источнику минус 10 В. При этом увеличивается ток через туннельный диод Д12.

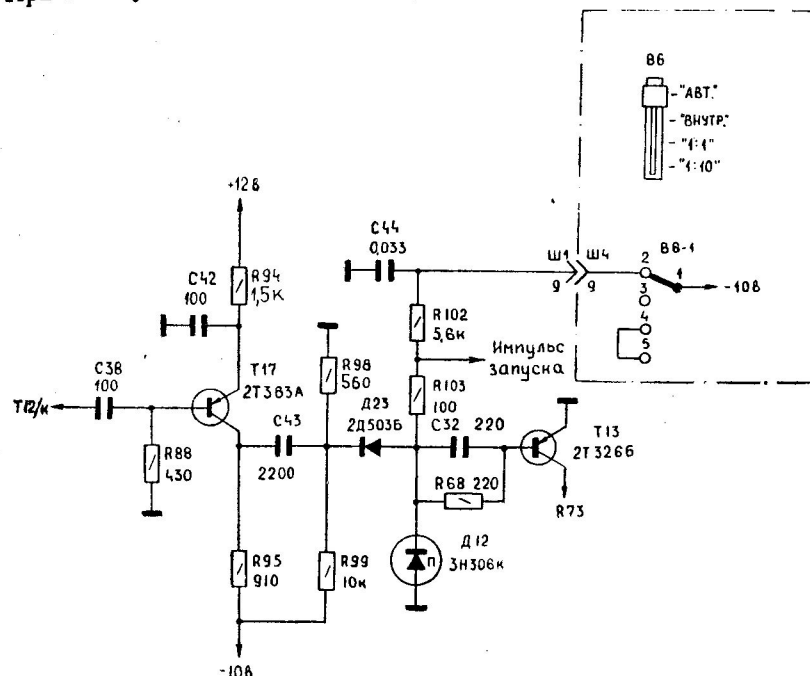


Рис. 24. Схема запуска генератора развертки Б.

С триггера управления генератором развертки Б (схема генератора развертки А) поступает отрицательный импульс запуска, который перекидывает туннельный диод Д12 в высоковольтное состояние. Транзистор Т13 открывается и в его коллекторе образуется положительный импульс, который поступает на усилитель импульсов подсвета и на схему генератора развертки Б.

Усилитель импульсов подсвета Б аналогичен усилителю импульсов подсвета А. Импульсы подсвета развертки А и Б суммируются и поступают на вход усилителя Z.

С коллектора транзистора Т13 положительный импульс ступает через диод Д16 на транзистор Т18 и закрывает его. Работа генератора развертки Б аналогична работе генератора развертки А.

Когда переключатель В6 находится в положениях «ВНУТРИ» и «1:10», генератор развертки Б работает в ждущем режиме. Это значит, что напряжение минус 10 В отключается резистора R102, а одного импульса запуска с генератора развертки А недостаточно, чтобы туннельный диод перекинуло в высоковольтное состояние. Генератор развертки Б будет ждать, когда на вход транзистора Т1 или Т2 поступит входной сигнал и схема синхронизации, выполненная на транзисторах Т11, и диоде Д21 выработает импульс синхронизации. Этот импульс усиливается транзистором Т17 и перекидывает туннельный диод Д12 в высоковольтное состояние. Значит, в ждущем режиме генератор развертки Б вырабатывает пилообразное напряжение только при наличии двух видов запускающих импульсов: импульсов, поступающих с генератора развертки А, и импульсов синхронизации.

Часть схемы, расположенная слева от триггера запуска, логична соответствующей части схемы усилителя синхронизации. Отличие состоит только в том, что на вход этой схемы поступает напряжение с частотой питающей сети.

Усилитель горизонтального отклонения (И25.035.018) предназначен для усиления сигналов, отклоняющих луч ЭЛТ в горизонтальном направлении.

Усилитель Х состоит из:

- фазоинверсного каскада;
- каскодного усилителя;
- выходного каскада.

Схема фазоинверсного каскада и каскодного усилителя показана на рис. 25.

В первых трех положениях переключателя В3 входным сигналом усилителя Х является пилообразное напряжение генераторов развертки А и Б, а в четвертом положении входной сигнал поступает с усилителя синхронизации (эмиттер транзистора Т4).

Фазоинверсный каскад представляет собой усилитель тока с низким входным импедансом.

Если переключатель В3 находится в положении «А», «Б» и «Б ПОДСВ. А», то база транзистора Т2 подключается на зем-

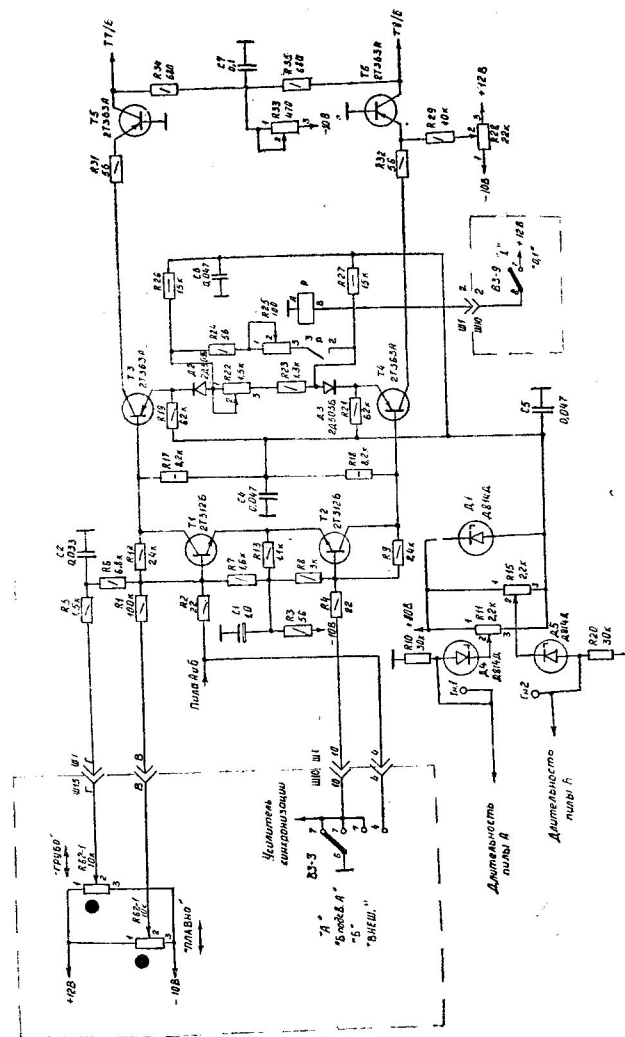


Рис. 25. Предварительные каскады усилителя Х

через резистор R4, а на базу транзистора T1 через резистор поступает пилообразное напряжение с генератора развертки или Б. Когда переключатель В3 находится в положении «ВНЕШ.», база транзистора T1 закорачивается на корпус через резистор R2, а на базу транзистора T2 поступает сигнал с усилителя синхронизации.

В коллекторах транзисторов T1 и T2 получаются симметричные сигналы противоположной полярности, которые усиливаются каскодной схемой и поступают на выходной усилитель. С помощью ручек «ПЛАВНО» и «ГРУБО» горизонтального перемещения луча на экране ЭЛТ меняется потенциал базы транзистора T1, ток через него, а также и величина выходного напряжения.

Коэффициент усиления каскодной схемы может изменяться в 10 раз в зависимости от положения переключателя В3-9. Когда переключатель В3-9 находится в положении «0,1», контакты реле Р замыкаются и сопротивление обратной связи в эмиттерах транзисторов T3 и T4 уменьшается в 10 раз, что приводит к увеличению коэффициента усиления в 10 раз. При этом загорается лампочка «РАСТЯЖКА».

С помощью потенциометров R22 и R25 выставляется точное значение коэффициента усиления.

Диоды Д2, Д3 служат для защиты переходов эмиттер—база транзисторов T3, T4 от больших обратных напряжений.

Выходной каскад (рис. 26) предназначен для получения необходимой величины отклоняющих напряжений.

Потенциометр R33 задает ток выходного каскада.

Дроссели Др1, Др2 и конденсаторы С8, С9 служат для коррекции коэффициента усиления в области высоких частот.

При нажатии кнопки Кн1-2 «ПОИСК ЛУЧА» ток через выходные транзисторы T9 и T10 уменьшается, ограничивая тем самым перемещение луча в пределах рабочей части экрана ЭЛТ. 5.2.3. Усилитель Z (И25.035.017Э3) служит для усиления входных сигналов, модулирующих луч ЭЛТ по яркости.

Усилитель Z (рис. 27) состоит из:

- входного усилителя;
- эмиттерного повторителя;
- выходного усилителя;
- выходного эмиттерного повторителя.

На вход усилителя Z поступают импульсы подсвета А и В импульсы гашения переходных процессов, возникающих при работе вертикального тракта отклонения в режиме «ПРЕР.» и внешний сигнал с гнезда Ш1.

Импульсы подсвета поступают в эмиттер транзистора T1 через резистор R1. Когда переключатель В3 находится в положении

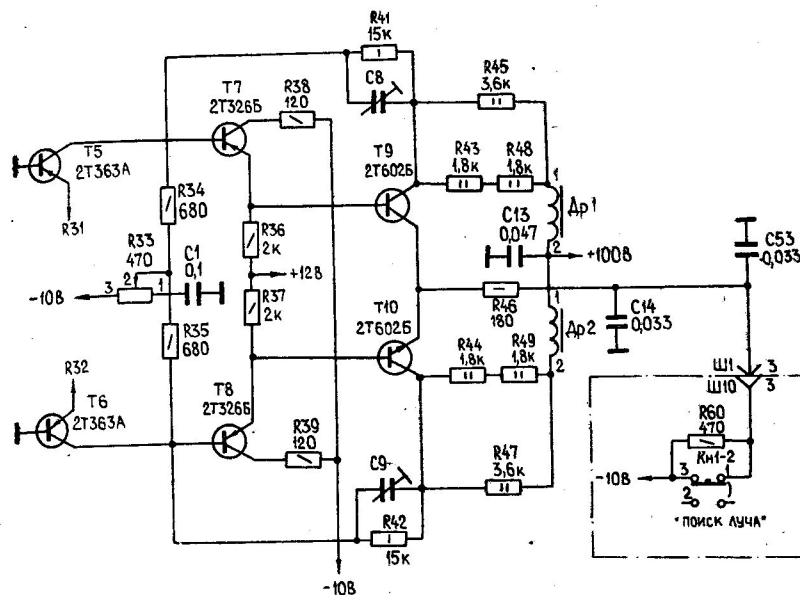


Рис. 26. Выходной каскад усилителя X.

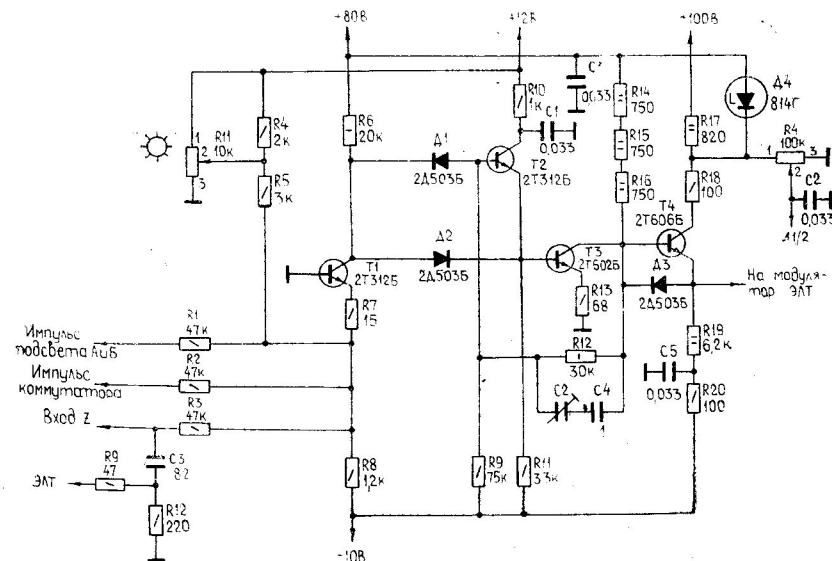


Рис. 27. Усилитель Z.

нии «А», на вход усилителя Z поступают только импульсы света с генератора развертки А. В положениях «Б. ПОДСВ.» и «Б» импульсы подсвета с генераторов развертки А и Б поступают на усилитель Z, причем, в положении «Б ПОДСВ. А» амплитуда импульсов подсвета с генератора развертки Б значительно меньше амплитуды импульсов подсвета с генератора развертки А, а в положении «Б» — наоборот.

Импульсы гашения переходных процессов поступают через резистор R3 с усилителем Y предварительного и суммируются импульсами подсвета.

С коллектора транзистора T1 сигнал через диоды Д1, Д2, эмиттерный повторитель, собранный на транзисторе T2, поступает на выходной усилитель, собранный на транзисторе T3, затем через выходной эмиттерный повторитель, собранный на транзисторе T4, на модулятор ЭЛТ.

С помощью потенциометра R11 на входе усилителя Z устанавливается уровень постоянного напряжения.

В усилителе Z применена обратная связь с коллектора транзистора T3 в базу транзистора T2 и через диод Д1 в коллектор транзистора T1. Емкость обратной связи C2 служит для коррекции переднего фронта импульсов подсвета. Диод Д3 защищает переход база—эмиттер транзистора T4 от отрицательных импульсов большой амплитуды.

Когда потенциал базы становится достаточно отрицательным, транзистор T4 закрывается, а диод Д3 открывается, обеспечивая быстрое падение фронта импульса подсвета и быстрое гашение изображения.

5.2.4. Калибратор амплитуды и длительности (И25.085.003) служит для калибровки коэффициента отклонения канала I и II тракта вертикального отклонения луча, калибровки длительности развертки и компенсации выносных делителей (рис. 28).

Калибратор собран на микросхеме У типа IUT402 и представляет собой релаксационный генератор прямоугольных импульсов. Генератор содержит времязадающую цепь отрицательной обратной связи — цепочки R2, C2 и резистивный делитель R5, R7 в цепи положительной обратной связи. Он работает в результате перезаряда времязадающего конденсатора C2 между двумя уровнями напряжения определенными резистивным делителем R5—R7.

Резистор R1 и стабилитрон Д2 образуют параметрический стабилизатор, работающий в режиме переключения, сигнал которого поступает в базу транзистора Т. Точная установка амплитуды выходных импульсов калибратора производится с помощью резистора R8.

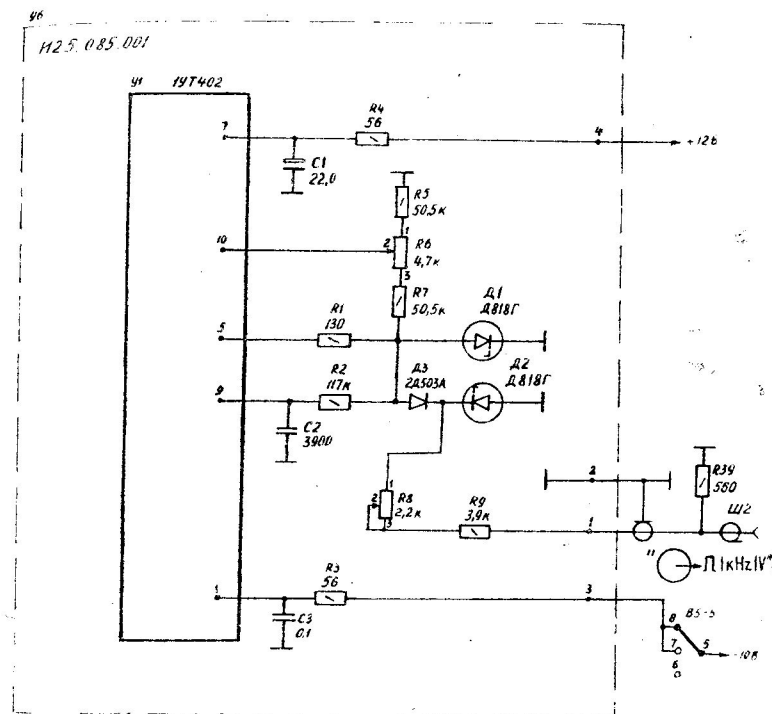


Рис. 28. Калибратор амплитуды и длительности.

Когда переключатель В5 находится в положении «ОД-НОКР.» на выходе калибратора напряжение постоянно и равно амплитуде импульсов.

5.2.5. Блок питания обеспечивает питающими напряжениями осциллограф при включении его в сеть переменного тока напряжением 220 ± 22 В с частотой 50—60 Гц и напряжением 220 ± 11 В или $115 \pm 5,75$ В с частотой 400 ± 28 и 400 ± 12 Гц.

Основные электрические данные источников питания приведены в табл. 2.

Напряжение питающей сети поступает на понижающий трансформатор Тр (И22.044.072Э3) с вторичных обмоток которого переменные напряжения подводятся на ряд выпрямителей, расположенных на плате У12 (И23.215.138Э3).

Выпрямители, питающие стабилизаторы минус 10, +12 В и высоковольтный преобразователь (И23.211.029), выполнены по двухполупериодной схеме со средней точкой на диодах Д1 и Д2, Д3 и Д4, Д15 и Д16. Выпрямители, питающие стабилизатор

Табл.

Номинальные выходные напряжения, В	Ток нагрузки, А	Коэффициент стабилизации	Напряжение пульсаций, В	Примечание
+12	0,6	1000	0,002	
-10	0,6	1000	0,002	
+80	0,25	1000	0,005	
+100	0,06	2	0,5	
-1900	0,0005	20	0,5	
-1980	0,00005	20	0,5	
+12000	0,00006	20	40	
~6,3	0,3	—	—	Под потенциалом минус 1,9 кВ

+80 и источник +100 В, выполнены по мостовой схеме на диодах Д5—Д8, Д10—Д13. Конденсаторы С1—С6, включенные параллельно вторичным обмоткам трансформатора Тр, и конденсаторы С61 и С62, включенные параллельно первичной обмотке трансформатора Тр, препятствуют прохождению высокочастотных наводок, создаваемых осциллографом в питающую сеть.

Все выпрямленные напряжения фильтруются емкостными фильтрами — конденсаторы С54—С56, С58, С59, С60 (И22.044.072Э3) и подводятся на стабилизаторы постоянного напряжения.

Транзистор Т3 (И22.044.072Э8) и элементы, расположенные на плате У13 (И23.233.122-01), входят в состав стабилизатора +12 В. Транзистор Т3 — регулирующий, транзистор матрицы 2ТС613А (выводы 5, 6, 7) — составной, транзисторы матрицы 2ТС613А (выводы 8, 9, 10 и 12, 13, 14) — дифференциальный усилитель, транзистор матрицы 2ТС613А (выводы 1, 2, 3) и резистор R2 входят в схему защиты стабилизатора +12 В от перегрузок и коротких замыканий на его выходе. Опорное напряжение стабилизатора снимается со стабилитрона Д1, питание которого осуществляется с выхода стабилизатора через резистор R4. Конденсаторы С1—С3 предупреждают самовозбуждение стабилизатора. Потенциометром R7 можно регулировать выходное напряжение стабилизатора в пределах 11—13 В (для стабилизатора минус 10 в пределах 9—11 В).

При увеличении напряжения питающей сети напряжение на выходе стабилизатора +12 В начинает увеличиваться. При этом возрастает отрицательный потенциал на базе транзистора матрицы 2ТС613А (вывод 8) и он частично закрывается. Ток

коллектора уменьшается, уменьшая положительный потенциал на резисторе R3. Транзистор матрицы 2ТС613А (выводы 12, 13, 14) частично открывается, ток его коллектора возрастает, уменьшая базовый ток транзистора матрицы 2ТС613А (выводы 5, 6, 7). Этот транзистор, а также транзистор Т3 начинают закрываться. Падение напряжения между коллектором и эмиттером транзистора Т3 возрастает, оставляя неизменным выходное напряжение стабилизатора. Схема работает аналогично при уменьшении напряжения питающей сети, а также изменении тока нагрузки стабилизатора +12 В.

При коротком замыкании или перегрузке на выходе стабилизатора +12 В возрастает ток через резистор R2. Напряжение на нем увеличивается и при достижении определенной величины открывает транзистор матрицы 2ТС613А (выводы 1, 2, 3). Ток его коллектора возрастает, закрывая составной и регулирующий транзисторы стабилизатора. Напряжение на выходе стабилизатора уменьшается до нуля, а ток через регулирующий транзистор Т3 незначительно увеличивается.

Транзистор Т1 (И22.044.072Э3) и элементы, расположенные на плате У11 (И23.233.122Э3) входят в состав стабилизатора минус 10 В. Схема стабилизатора +12 В (И23.233.122-01Э3) идентична схеме стабилизатора минус 10 В (И23.233.122Э3).

Транзисторы Т4—Т7, конденсатор С57 (И22.044.072Э3), диод Д9 (И23.215.138Э3) и элементы, расположенные на плате У14 (И23.233.123-01Э3), входят в состав стабилизатора +80 В.

Транзисторы Т6, Т7 — регулирующие, транзисторы Т4, Т5, Т1 (У14) — составные, транзистор Т3 (У14) — усилитель напряжения обратной связи, транзистор Т2 (У14), резисторы R2 (У14), R3 (У14), R12 (У14) и диод Д4 (У14) входят в состав схемы защиты стабилизатора +80 В от перегрузок. Опорное напряжение стабилизатора снимается со стабилитронов Д1, Д2 (У14). Источник подпитки стабилизатора +80 В выполнен на стабилитроне Д3 (У14) и резисторе R11 (У14). Схема стабилизатора +80 В выполнена так, что при изменении напряжения питающей сети на $\pm 10\%$ от номинала работают транзисторы Т4, Т7, транзисторы Т5, Т6 полностью открыты, стабилитрон Д9 (У12) закрыт, а при перегрузке на выходе стабилизатора транзисторы Т5, Т6 закрываются, входное напряжение равномерно распределяется между транзисторами Т6, Т7, стабилитрон Д9 (У12) начинает стабилизировать и ограничивает напряжение на транзисторе Т7. Выходное напряжение стабилизатора можно регулировать потенциометром R9 (У14) в пределах 75—85 В.

Напряжение +80 В суммируется с напряжением на конденсаторе С58 (И22.044.072Э3). Эта сумма равна +100 В. Предохранитель

ранитель Пр1 защищает источник +150 В от перегрузок на выходе.

Преобразователь высоковольтный, изображенный на И23.211.029Э3 обеспечивает питающими напряжениями электронно-лучевую трубку. Входные напряжения преобразователя следующие: +27, +12, +80, минус 10 В, выходные — минус 1,98 и +12 кВ. В преобразователе транзистор Т1 и соединенная к нему схема образуют генератор, вырабатывающий синусоидальное напряжение с частотой 18—40 кГц. Транзистор Т1 кроме функций генератора выполняет функции регулятора. Он поддерживает постоянным напряжением на первичной и вторичных обмотках трансформатора Тр1 при изменении напряжения +27 В.

При увеличении напряжения +27 В увеличивается и напряжение минус 1,9 кВ. Через делитель R1—R5 (У2) и R1, R3 часть этого напряжения прикладывается к транзисторам Т2 (У1), которые закрываясь открывают транзистор Т3 (У2). Транзистор Т4 (У1) начинает закрываться. Сопротивление между коллектором и его эмиттером увеличивается, уменьшая выходной ток транзистора Т1, который закрываясь сохраняет заданное напряжением на первичной и вторичных обмотках трансформатора Тр1.

Стабилизация напряжения минус 1,9 кВ осуществляется также при уменьшении напряжения +27 В и изменении нагрузки. Стабилизация напряжений +12 и минус 1,98 кВ осуществляется при изменении напряжения +27 В. Регулирование всех выходных напряжений преобразователя осуществляется потенциометром R1 (У1), а напряжение минус 1,98 кВ — дополнительно потенциометром R1.

Выпрямитель минус 1,9 кВ выполнен на диоде Д1 (У2) по однополупериодной схеме. Выпрямительное напряжение фильтруется сначала емкостным фильтром — конденсатор С4 (У2), а затем RC-фильтром — резистор R6 (У2), конденсаторы С3 (У2).

Выпрямитель И23.215.208 предназначен для получения напряжения минус 1,98 кВ. Переменное напряжение, снимаемое с вывода (6) трансформатора Тр1 (И23.211.029 Э3), ограничивается диодами Д1, Д2 (У3) и подается на двухполупериодный выпрямитель на диодах Д3, Д4 (У3).

Диоды Д3, Д4 (У3) и резистор R7 (У3) выполняют функцию привязки уровня импульса подсвета. Уровень отклонения и тем самым величина выходного напряжения задается переменным резистором R1 (И23.211.029 Э3). Выпрямленное напряжение порядка минус 80 В после диодов Д3, Д4 (У3)

фильтруется с напряжением минус 1900 В и таким образом на выходе получаем напряжение минус 1980 В.

Выпрямитель +12 кВ выполнен по однополупериодной схеме с умножением в 7 раз на диодах Д1—Д7 (У4) и конденсаторах С1—С7 (У4).

Умноженное напряжение фильтруется RC-фильтром — резистор R1 (У4), конденсатор С8 (У4).

5.3. Конструкция

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 легкоъемными П-образными крышками, которые крепятся к боковым стяжкам специальными винтами-замками.

Для переноса прибора служит специальная ручка, закрепленная на боковых стяжках. 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 фиксированной опоры. Для установки в наклонное положение необходимо одновременно с двух сторон нажать (по направлению к каркасу) на фиксаторы ручки, повернуть ее в нужное положение и отпустить, зафиксировав под нужным углом.

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, 2).

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 и каркасом, в котором размещены светопроводы и лампочки подсвета шкалы ЭЛТ, представляет собой узел, который в случае необходимости замены ЭЛТ или лампочек подсвета шкалы можно снять.

В приборе имеются следующие блоки:

- блок вертикального отклонения У1;
- преобразователь высоковольтный У15.

Блок вертикального отклонения размещен в левой нижней части прибора и подсоединен к базе с помощью соединителей типа штырь-контакт (приложение 1, рис. 4, 9, 10).

Элементы схемы питания прибора размещены в задней части корпуса. Блок питания с базовым блоком сочленяются с помощью разъема, расположенного в нижней средней части корпуса.

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

Силовой трансформатор питания Тр расположен между средней и задней поперечными стенками в правой верхней части прибора.

Оконечный усилитель (У5) выполнен в виде функционального законченного узла и находится в левой верхней части прибора рядом с ЭЛТ (приложение 1, рис. 3). С помощью соединителя типа штырь-контакт оконечный усилитель подсоединяется к ЭЛТ и к линии задержки, которая одним из своих концов крепится к плате оконечного усилителя.

6. МАРКИРОВАНИЕ И ПЛОМБИРОВАНИЕ

6.2. Все снятые или придаваемые к прибору части и сам прибор должны быть опломбированы ОТК завода-изготовителя.

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

7. ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

После длительного хранения в условиях повышенной влажности приборы перед включением выдерживаются в нормальных условиях в течение 12 ч.

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

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

Если транспортировка предусматривается вне предприятия, укладочные ящики с приборами укладываются в транспортные ящики.

8. УКАЗАНИЕ МЕР БЕЗОПАСНОСТИ

Все перепайки следует 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.

63

Высоковольтный блок питания ЭЛТ закрыт крышкой, на которой нанесен предупредительный знак «».

Тумблер «СЕТЬ» и потенциометры «» закрыты зажимами колпачками.

9. ПОДГОТОВКА ПРИБОРА К РАБОТЕ

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

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

Прибор во время работы должен быть установлен так, чтобы обеспечивалась свободная вентиляция. Вентиляционные отверстия кожуха прибора не должны быть закрыты другими предметами.

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

Перед включением прибора в сеть необходимо закрыть корпус прибора.

9.2. В исходное положение органы управления прибора настраиваются следующим образом:

«СЕТЬ» — в нижнее положение;

«115V, 400 Hz; 220V, 50 Hz, 400 Hz» — в положение «50 Hz, 400 Hz»;

электронно-лучевой трубки —

«» — яркость, в крайнее левое положение;

«» — фокус, в среднее положение;

«» — освещение шкалы — в крайнее положение вертикального тракта отклонения —

«V/ДЕЛ.» — в положение «0,02»;

«ПЛАВНО» — в крайнее правое фиксированное положение;

«» — в среднее положение;

«  » — в положение «»;

«ПООЧЕР.; I; ПРЕР.; II; СУММ.» — в положение «I»;

«I; I, II» — в положение «I, II»;

«ПОЛЯРНОСТЬ» — в положение «+»;

синхронизации (А и Б) —

«УРОВЕНЬ» — в крайнее левое положение;

«+, —» — в положение «+»;

«; ВЧ, НЧ; » — в положение «»;

«ВНУТР.; СЕТЬ; 1:1; 1:10» — в положение «ВНУТР.»;

«АВТ.; ВНУТР.; 1:1; 1:10» — в положение «АВТ.»;

развертки —

«МНОЖ. ЗАДЕРЖ.» — в положение «0,0»;

«А и Б ВРЕМЯ/ДЕЛ. и ВРЕМЯ ЗАДЕРЖ.» — в положение «0,5 mS»;

«ПЛАВНО А» — в крайнее правое фиксированное положение;

«АВТ.; ЖДУЩ.; ОДНОКР.» — в положение «АВТ.»;

«А; Б ПОДСВ. А; Б; ВНЕШ.» — в положение «А»;

«РАСТЯЖКА 0,1; 1» — в положение «1»;

«» — в среднее положение.

10. ПОРЯДОК РАБОТЫ

10.1. Подготовка к проведению измерений

10.1.1. При регулировке яркости изображения возможно нарушение фокусировки. В этом случае необходима подстройка при помощи ручки «».

Для предохранения люминофора ЭЛТ от прожигания не следует вводить чрезмерную яркость.

10.1.2. Для проверки правильной установки регулировки астигматизма «» необходимо медленно вращать ручку фокуса «», проходя через положение наилучшей фокусировки.

При правильной установке регулировки астигматизма «», вертикальные и горизонтальные участки изображения будут хорошо сфокусированы в одном и том же положении ручки фокуса «».

Для правильной установки регулировки астигматизма «» необходимо:

— подать сигнал калибратора величиной 1 В на вход одного из каналов и переключателем «V/ДЕЛ.» установить величину изображения в 2 дел;

— установить переключатель «А и Б ВРЕМЯ/ДЕЛ. и ВРЕМЯ ЗАДЕРЖ.» в положение «0,2 mS»;

— в среднем положении регулировок «» и «»

установить такую яркость изображения, чтобы был виден фронт калиброванного импульса.

Установить регулировку астигматизма «» так, чтобы горизонтальный и вертикальный участки изображения одинаково фокусировались.

При помощи ручки фокуса «» добиться, чтобы вертикальные линии изображения были как можно тоньше. Для получения наилучшей фокусировки два предыдущих пункта можно повторить.

Проверить фокусировку при нормальной яркости.

10.1.3. Поиск луча осуществляется в случае, если изображение находится за пределами видимой части экрана. При нажатии кнопки «ПОИСК ЛУЧА» изображение возвращается в пределы рабочей части экрана. Для того, чтобы изображение вошло в пределы рабочей части экрана, необходимо проделать следующее:

Нажать кнопку «ПОИСК ЛУЧА».

При нажатой кнопке «ПОИСК ЛУЧА» уменьшить величину изображения до 3 дел, либо изменением величины входного сигнала, либо изменением коэффициента отклонения.

Выставить изображение на середину экрана при помощи ручек перемещения по вертикали «» и горизонтали «».

Отпустить кнопку «ПОИСК ЛУЧА» и изображение должно остаться в пределах экрана.

10.1.4. Выбор канала вертикального отклонения зависит от вида проводимых работ.

Для работы с осциллографом в одноканальном режиме можно использовать любой из входных каналов. Исследуемый сигнал подается на вход выбранного канала, а переключатель режима работы устанавливается в соответствующее положение «I» или «II».

Для работы с осциллографом в двухканальном режиме необходимо подать исследуемые сигналы на два входа и установить переключатель режима работы в нужное положение для двуканального режима.

10.1.5. Подача исследуемого сигнала на вход прибора через делитель 1:10 наиболее удобна, так как при этом входная емкость прибора уменьшается с 25 до 12 пФ, и поэтому прибор почти не нагружает исследуемую схему на высоких частотах. Однако при этом происходит деление исследуемого сигнала в 10 раз.

При исследовании низкочастотных сигналов большой

амплитуды сигнал на вход можно подавать при помощи короткого неэкранированного кабеля.

10.1.6. В усилителе вертикального отклонения переключатель «, $\perp$, $\sim$ » выбирает вид связи тракта вертикального отклонения с источником исследуемого сигнала. В положении « $\sim$ » связь с источником исследуемого сигнала осуществляется по постоянному току. Этот режим может быть использован в подавляющем большинстве случаев. Однако, если постоянная составляющая исследуемого сигнала намного больше переменной составляющей, то целесообразно выбирать связь источника исследуемого сигнала с трактом вертикального отклонения по переменному току « $\sim$ », когда конденсатор входной цепи не пропускает постоянную составляющую. При исследовании низкочастотных сигналов следует учитывать, что в режиме « $\sim$ » нижний предел частотной характеристики тракта вертикального отклонения составляет 1,6 Гц.

В положении « $\perp$ » вход усилителя вертикального тракта отклонения отключается от источника исследуемого сигнала и заземляется.

Коэффициент отклонения тракта вертикального отклонения зависит от величины исследуемого сигнала, способа его подачи на вход прибора (через делитель 1:10 или прямой кабель) и устанавливается переключателем «V/ДЕЛ.». Выбранные коэффициенты отклонения, установленные переключателем «V/ДЕЛ.» будут калиброванные, когда ручка «ПЛАВНО» находится в крайнем правом положении.

При помощи ручки «ПЛАВНО» можно изменять коэффициент отклонения в каждом положении переключателя «V/ДЕЛ.» не менее чем в 2,5 раза.

Для проверки коэффициента отклонения каждого канала тракта вертикального отклонения луча установить переключатель «V/ДЕЛ.» в положение «0,2», ручку «ПЛАВНО» — в крайнее левое положение. Соединить прямым кабелем вход проверяемого канала с гнездом калибратора

« 1 kHz 1V». На экране ЭЛТ изображение импульсов калибратора должно занимать точно 5 дел по вертикали. Если величина изображения по вертикали отличается от 5 дел, то следует точно выставить 5 дел при помощи регулировки «», выведенной под шлиц на переднюю панель.

Для проверки калибровки коэффициентов развертки установить переключатель «ВРЕМЯ/ДЕЛ. А и Б ВРЕМЯ ЗАДЕРЖ.» в положение 1mS, переключатель «А, Б ПОДСВ. А, Б ВНЕШ.» — положение А, переключатель «РАСТЯЖКА 0.1; 1» — в положение 1.

Проверить совпадение трактов импульсов с вертикальными делениями шкалы, в случае несовпадения следует их совместить с помощью потенциометра « ∇xI », расположенного боковой стенке. Перевести переключатель «ВРЕМЯ/ДЕЛ. и Б ВРЕМЯ ЗАДЕРЖ.» в положение 10 mS, переключатель «РАСТЯЖКА 0,1; 1» — положение — 0,1, и с помощью потенциометра « $\nabla x0$, 1» добиться совпадения фронтов импульсов с вертикальными делениями шкалы.

Для проверки балансировки усилителя тракта вертикального отклонения в четырех положениях переключателя «ДЕЛ.» установить переключатель выбора режима работы в положение «I» или «II» (в зависимости от проверяемого канала и развертку в автоматический режим для получения линии экране ЭЛТ.

Устанавливая переключатель «V/ДЕЛ.» сначала в положение «0,02», а затем в положение «0,002», наблюдаем за смещением линии развертки по вертикали. Если линия развертки смещается, то необходимо осуществить подстройку усилителя при помощи регулировок «БАЛАНСИР I и II».

Балансировка осуществляется в центре экрана ЭЛТ в положении переключателя «V/ДЕЛ.» «0,01». При помощи регулировки «БАЛАНСИР. II» линию развертки возвращают в положение, которое она занимала при «0,02». Аналогично поступают при положении переключателя «V/ДЕЛ.» «0,002», но при помощи регулировки «БАЛАНСИР. I». Так делают несколько раз до тех пор, пока линия развертки перестанет перемещаться при переключении переключателя «V/ДЕЛ.».

Допускается перемещение линии развертки по вертикали переключения переключателя «V/ДЕЛ.» не более 0,5 деления.

10.1.7. При двухканальной работе прибора возможны такие режимы: прерывистый, поочередный и алгебраического суммирования. В прерывистом режиме переключатель режима работы устанавливается в положение «ПРЕР.», а на экране ЭЛТ наблюдаются исследуемые сигналы канала I и канала II. Переключение каналов осуществляется с частотой порядка 500 кГц. Наилучший результат дает использование прерывистого режима при скорости развертки от 0,5 мс/дел и ниже, а также при исследовании двух однократных процессов. При высоких скоростях развертки становятся видны моменты переключения каналов, что затрудняет наблюдение исследуемых сигналов.

В прерывистом режиме внутренняя синхронизация осуществляется при установке переключателя внутренней синхронизации в положение «I». В положении «I, II» переключателя внутренней синхронизации синхронизация исследуемых сигналов

дет неустойчива, так как развертка будет запускаться импульсами коммутатора, переключающего каналы I и II.

Внешняя синхронизация в прерывистом режиме дает результат, аналогичный установке в положение «I» переключателя внутренней синхронизации.

В прерывистом режиме можно исследовать два сигнала при наличии между ними временной зависимости. Если исследуемые сигналы независимы во времени, изображение исследуемого процесса в канале II неустойчиво. Два однократных случайных сигнала, временной интервал между которыми подбирается переключателем «А и Б ВРЕМЯ/ДЕЛ. и ВРЕМЯ ЗАДЕРЖ.» можно исследовать в прерывистом режиме. Для правильного запуска развертки сигнал канала I должен предшествовать сигналу канала II.

В поочередном режиме переключатель режима работы устанавливается в положение «ПООЧЕР.», а на экране ЭЛТ наблюдаются исследуемые сигналы канала I — канала II. Переключение каналов производится через каждый прямой ход развертки. В течение первого прямого хода развертки исследуемый сигнал поступает из канала I, а в течение следующего прямого хода развертки из канала II. Поочередный режим может быть использован во всех положениях переключателя «А и Б ВРЕМЯ/ДЕЛ.» и «ВРЕМЯ ЗАДЕРЖ.». Однако при низких скоростях развертки режим поочередного переключения каналов становится видимым, что затрудняет наблюдение исследуемых сигналов. Поочередный режим используется при скоростях развертки 0,5 мс/дел и выше.

В поочередном режиме внутренняя синхронизация осуществляется в любом положении переключателя внутренней синхронизации. В положении «I, II» развертка синхронизируется сигналом каждого канала и в этом случае получается устойчивое изображение двух сигналов, независимых во времени друг от друга, но теперь нельзя определить временную связь между сигналами. В положении «I» можно наблюдать устойчивое изображение двух сигналов только в случае наличия временной зависимости между ними.

В режиме алгебраического суммирования — положение «СУММ.» переключателя режима работы, можно исследовать сумму или разность двух сигналов. В этом же режиме можно компенсировать постоянную составляющую, подавая постоянное напряжение на один канал для компенсации постоянной составляющей другого канала. Коэффициент ослабления синфазных сигналов превышает 10:1 на частоте ниже 20 МГц для сигналов с амплитудой, превышающей в 6 раз значения, установленные переключателем «V/ДЕЛ.». В диапазоне 0—5 МГц

можно добиться коэффициента ослабления порядка 100:1 тщательной подстройки усиления каждого канала при исследовании синфазных сигналов.

При использовании режима сложения следует руководствоваться следующими положениями:

- не превышать входные допустимые напряжения;
- не подавать на вход сигналов, величина которых больше в 20 раз превышает величину, установленную переключателем «V/ДЕЛ.»;

— при возможности удерживать регулировку « $\uparrow$ » в среднем положении, это обеспечит наибольший динамический диапазон в режиме алгебраического сложения.

10.1.8. Источник запуска схемы синхронизации может быть как внутренний и с частотой сети, так и внешний с коэффициентом передачи 1:1 и 1:10.

Внутренняя синхронизация может быть использована в большинстве случаев. В положении «ВНУТР.» переключателя выбора источника синхронизирующего сигнала сигнал синхронизации поступает из канала вертикального отклонения луча. Переключатель внутренней синхронизации обеспечивает подачу синхронизирующего сигнала либо из канала I (в положении «I»), либо после коммутатора (в положении «I, II»). В одлучевом режиме, при исследовании сигнала любым каналом удобнее пользоваться положением «I, II». О выборе источника внутренней синхронизации при двухканальном режиме было сказано выше.

В положении «СЕТЬ» переключателя выбора источника синхронизирующего сигнала сигнал с частотой питающей сети поступает на вход схемы синхронизации. Синхронизация от сети используется, когда исследуемый сигнал имеет временную зависимость от частоты сети, либо в том случае, когда в сложном сигнале есть составляющие с частотой сети.

В положении «1:1» переключателя выбора источника синхронизирующего сигнала синхронизация осуществляется внешним сигналом, подаваемым на гнездо « $\oplus$ ВНЕШ.». Для получения устойчивой синхронизации исследуемого процесса внешний сигнал должен зависеть во времени от исследуемого сигнала. Внешний сигнал для синхронизации используется в том случае, если внутренний синхронизирующий сигнал слишком мал или содержит составляющие, нежелательные для синхронизации.

Этот режим удобен тем, что развертка все время синхронизируется одним и тем же сигналом, что позволяет исследовать

сигналы различной амплитуды, частоты и формы без перестройки регулировок синхронизации.

В положении «1:10» переключателя выбора источника синхронизирующего сигнала синхронизация осуществляется аналогично, как и в положении «1:1» с учетом того, что входной сигнал синхронизации делится в 10 раз. Деление внешнего сигнала большой амплитуды необходимо для расширения предела регулировки ручки «УРОВЕНЬ».

10.1.9. В приборе предусмотрено 4 режима запуска схемы синхронизации, которые выбираются переключателем выбора режима запуска. Каждое положение позволяет выбирать определенные составляющие исследуемого сигнала, которые осуществляют запуск схемы синхронизации.

В положении « $\sim$ » постоянная составляющая запускающего сигнала не поступает на вход схемы синхронизации, а также ослабляются сигналы с частотой ниже 30 Гц. Этот режим запуска может быть использован в большинстве случаев.

Точка запуска зависит от среднего уровня запускающего сигнала. Если запускающие сигналы будут случайными, не периодическими, то средний уровень напряжения будет меняться, что будет изменять и точку запуска, а это может привести к нарушению синхронизации. В этих случаях пользоваться режимом « $\sim$ » не рекомендуется.

В положении «ВЧ» постоянная составляющая не поступает на вход схемы синхронизации, а также ослабляются сигналы с частотой ниже 50 кГц, и поэтому развертка синхронизируется только высокочастотными составляющими запускающего сигнала. Этот режим рекомендуется для устойчивой синхронизации, если запускающий сигнал содержит составляющие питающей сети, а также в положении «ПООЧЕР.» переключателя режима работы на высоких скоростях развертки при исследовании двух независимых сигналов (переключатель внутренней синхронизации в положении «I, II»).

В положении «НЧ» постоянная составляющая не поступает на вход схемы синхронизации, а также ослабляются сигналы в пределах от 100 кГц и выше. Когда осуществляется запуск схемы синхронизации сложным сигналом, это положение используется для получения устойчивой синхронизации низкочастотных составляющих.

В положении « $\approx$ » обеспечивается устойчивая синхронизация низкочастотными сигналами, которые ослабляются в положении « $\sim$ », а также сигналами с малой частотой повторения. При помощи регулировки «УРОВЕНЬ» обеспечивается запуск схемы синхронизации на любом уровне запускающего сигнала.

При внутренней синхронизации регулировки « $\downarrow$ » трактального отклонения также изменяют уровень запуска.

Режим « $\approx$ » не рекомендуется использовать в положении «ПООЧЕР.» переключателя режима работы, когда переключатель внутренней синхронизации установлен в положение «I». Устойчивая синхронизация в этом случае обеспечивается в положении «I» переключателя внутренней синхронизации.

Полярность сигнала запуска развертки выбирается переключателем «+», «-». В положении «+» развертка запускается положительной частью синхронизирующего сигнала, в положении «-» — отрицательной частью запускающего сигнала.

Когда на экране ЭЛТ наблюдается несколько периодов следящего сигнала, положение переключателя полярности запуска не имеет значения. Однако при исследовании определенной части периода правильное положение переключателя имеет значение.

Уровень запуска развертки на синхронизирующем сигнале выбирается при помощи регулировки «УРОВЕНЬ».

Когда ручка «УРОВЕНЬ» вращается в сторону «+», схема синхронизации запускается более положительным участком запускающего сигнала. Когда ручка «УРОВЕНЬ» вращается в сторону «-», схема синхронизации запускается более отрицательным участком запускающего сигнала.

Прежде чем установить ручку «УРОВЕНЬ», необходимо брать 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. В положении «-» переключателя выбора режима запуска синхронизацию можно получить в любом положении ручки «УРОВЕНЬ» в зависимости от уровня составляющей запускающего сигнала. Для нахождения точки, в которой синхронизируется развертка, вращают ручку «УРОВЕНЬ» против часовой стрелки до конца. Затем медленно вращают ручку «УРОВЕНЬ» по часовой стрелке до тех пор, пока развертка не засинхронизируется.

10.1.10. В зависимости от положения переключателя развертки, развертка имеет три режима: «А», «Б ПОДСВ.» и «Б». Запуск развертки в режиме «А» может быть автоматический, ждущий и однократный.

В большинстве случаев можно использовать работу схемы развертки в режиме автозапуска. Этот режим используется, чтобы получить линию развертки при отсутствии запускающего сигнала. При наличии запускающего сигнала устойчивая

синхронизация получается с помощью регулировки «УРОВЕНЬ». Сигнальная лампочка «СИНХР. А» загорается, когда развертка синхронизируется. В отсутствии запускающего сигнала или когда частота запускающего сигнала меньше 30 Гц, развертка не синхронизируется.

В ждущем режиме развертка работает так же, как и в режиме «АВТ.» при наличии запускающего сигнала. Сигнальная лампочка «СИНХР. А» загорается, когда развертка синхронизируется. При отсутствии запускающего сигнала схема развертки не срабатывает. Ждущий режим используется при исследовании сигналов с частотой ниже 20 Гц в том случае, когда линия развертки не нужна на экране ЭЛТ при отсутствии запускающего сигнала.

Однократная развертка используется при исследовании непериодических редко повторяющихся сигналов, а также сигналов, изменяющихся по амплитуде, форме или во времени, и когда периодическая развертка дает неустойчивое изображение. В этих случаях для получения устойчивого изображения используется однократная развертка.

Этот режим может быть использован для фотографирования непериодического сигнала. Для получения однократного режима установить переключатель режима «А» в положение «ОДНОКР.» и нажать кнопку «ГОТОВ». После этого первый приходящий импульс запустит развертку. Для возможности следующего запуска развертки необходимо снова нажать кнопку «ГОТОВ». Рядом с кнопкой «ГОТОВ» смонтирована сигнальная лампочка. Она загорается, когда схема развертки готова к запуску и гаснет после завершения цикла развертки. В случае неустойчивой работы однократного запуска изменить положение ручки «УРОВЕНЬ», но при этом синхронизация должна оставаться устойчивой.

Выбор длительности развертки осуществляется при помощи переключателя «А и Б ВРЕМЯ/ДЕЛ. и ВРЕМЯ ЗАДЕРЖ.». В пределах каждого положения этого переключателя плавная регулировка длительности осуществляется при помощи ручек «ПЛАВНО А» и «ПЛАВНО Б». Длительности разверток А и Б калиброваны, когда ручки «ПЛАВНО А» и «ПЛАВНО Б» находятся в крайнем правом положении.

Диапазоны 0,5 с/дел, 0,2 с/дел и 0,1 с/дел — обзорные, т. е. измерение на этих диапазонах затруднено из-за малого времени послесвечения ЭЛТ.

Десятикратная растяжка длительности развертки позволяет наблюдать любой участок изображения с продолжительностью 1 дел на всем экране ЭЛТ.

Любой участок растянутой развертки величиной в 10 можно устанавливать на экране ЭЛТ при помощи ручек «ГРУБО» и «ПЛАВНО».

Регулировка «ПЛАВНО» используется для точного совмещения исследуемого сигнала с линиями шкалы ЭЛТ.

Для использования десятикратной растяжки длительности развертки необходимо установить в центре экрана осциллофа тот участок, который необходимо растянуть (рис. 29). тем переключатель множителя развертки устанавливаем в положение «0,1». При помощи регулировки «ПЛАВНО» подправляем положение изображения растянутого участка нам необходимо.

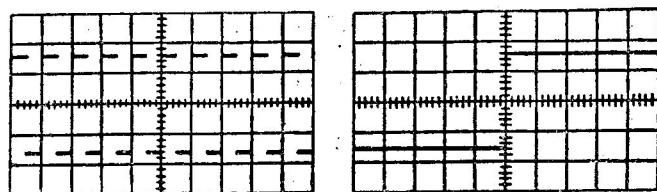


Рис. 29. Растяжка длительности развертки

Когда переключатель множителя развертки установлен в положение «0,1», загорается сигнальная лампочка «УМНОЖАЮЩАЯ» и скорость развертки определяется произведением показаний переключателя «А и Б ВРЕМЯ/ДЕЛ. и ВРЕМЯ ЗАДЕРЖ.» на 0,1.

Например, если переключатель «А и Б ВРЕМЯ/ДЕЛ. и ВРЕМЯ ЗАДЕРЖ.» установлен в положение «0,05 μS », то скорость растянутой развертки равна «0,005 μS ». Растянутая развертка калибрована только в том случае, если ручки «ПЛАВНО А» и «ПЛАВНО Б» находятся в крайнем правом положении.

Задержанная развертка Б вырабатывается в положении «Б» и «Б ПОДСВ. А» переключателя вида развертки. Развертка А определяет время, на которое задерживается развертка Б. Скорость задержанной развертки устанавливается переключателем «А и Б ВРЕМЯ/ДЕЛ. и ВРЕМЯ ЗАДЕРЖ.» — для развертки Б. В положении «Б ПОДСВ. А» переключателя вида развертки на экране осциллографа будет такое изображение, как на рис. 31. Величина времени задержки от начала развертки А до подсвеченного участка определяется положением переключателя «А и Б ВРЕМЯ/ДЕЛ. и ВРЕМЯ ЗАДЕРЖ.» для развертки А и шкалой «МНОЖ. ЗАДЕРЖ.». На рис. 30 показана шкала «МНОЖ. ЗАДЕРЖ.».

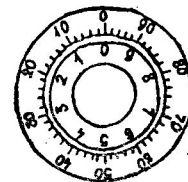


Рис. 30. Шкала «МНОЖ. ЗАДЕРЖ.»

Подсвеченный участок изображения вырабатывается разверткой Б. Длительность этого участка определяется переключателем «А и Б ВРЕМЯ/ДЕЛ. и ВРЕМЯ ЗАДЕРЖ.» — для развертки А. Когда переключатель вида развертки устанавливается в положение «Б», на экране ЭЛТ будет наблюдаться подсвеченный участок изображения со скоростью развертки, установленной переключателем «А и Б ВРЕМЯ/ЗАДЕРЖ.» для развертки Б (рис. 31).

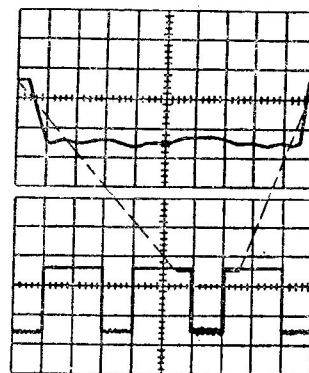


Рис. 31 Растяжка подсвеченного участка

10.1.11. Режим Б обеспечивает два режима задержанной развертки. В положении «АВТ.» переключателя режима запуска синхронизации Б развертка Б вырабатывается сразу после установления задержки времени (рис. 32а). В этом положении развертка Б фактически не синхронизируется. Однако, так как время задержки одинаково для каждого пилообразного напряжения, изображение исследуемого сигнала будет устойчивым. В положении «ВНУТР.» генератор развертки запускается первым синхронизирующим импульсом, приходящим после установленной задержки времени (рис. 32б). Внешняя горизонтальная развертка используется в случаях, когда необходимо исследовать зависимость одного сигнала от

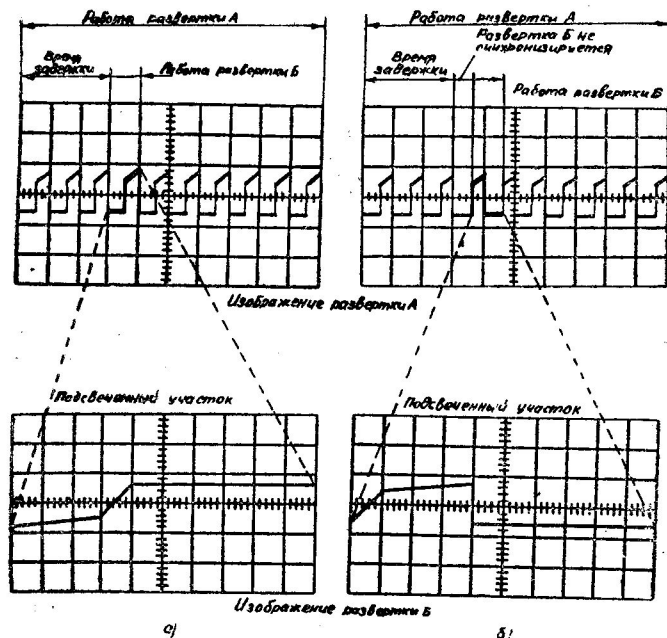


Рис. 32. Сравнение режимов задержанной развертки Б
а) режим «АВТ.»; б) режим «ВНУТР.»

носителем другого (X—Y), а не от времени (внутренняя развертка). В положении «ВНЕШ.» переключателя вид развертки внешний сигнал поступает на горизонтальный вход для создания горизонтальной развертки.

Можно использовать два режима внешней горизонтальной развертки. Установить переключатель внутренней синхронизации в положение «1», переключатель выбора источника синхронизирующего сигнала Б — в положение «ВНУТР.», переключатель выбора режима запуска схемы синхронизации Б в положение « $\sim$ ». В этом случае горизонтальная развертка создается сигналом, подаваемым на вход канала I. Переключатель «V/ДЕЛ.» канала I показывает коэффициент отклонения тракта горизонтального отклонения.

Поставить ручку « $\rightarrow$ » в среднее положение и ручкой « $\rightarrow$ » канала I подстроить положение горизонтальной линии развертки.

В положениях «1:1, 1:10» переключателя выбора источника синхронизирующего сигнала Б, внешний сигнал для со-

здания горизонтальной развертки подается на высокочастотное гнездо «Вход синхронизации Б». Этот сигнал поступает на переключатель выбора режима запуска схемы синхронизации Б, которым можно ослабить нежелательные составляющие внешнего сигнала. В этом режиме получения горизонтальной развертки коэффициент отклонения горизонтального тракта не калибруется.

10.1.12. Яркостная модуляция используется для получения нужной информации об исследуемом сигнале без изменения его формы. Модулирующий сигнал поступает на гнездо « $\oplus Z$ », расположенное на задней панели прибора. Амплитуда напряжения, требуемая для осуществления яркостной модуляции, зависит от положения ручки « $\odot$ ». При среднем уровне яркости сигнал с размахом 5 В создает заметную яркостную модуляцию.

При помощи внешнего сигнала можно производить измерение временных интервалов при некалиброванной развертке, а также в том случае, когда горизонтальная развертка создается внешним сигналом. Если временные метки не зависят во времени от исследуемого сигнала, следует использовать однократную развертку с внутренним запуском для получения устойчивого изображения. Самое четкое изображение получается, когда яркостная модуляция осуществляется сигналом с крутыми фронтами. Когда гнездо « $\oplus Z$ » не используется, его желательно закорачивать на «землю».

10.1.13. Калибратор представляет собой генератор прямоугольных импульсов с частотой следования 1 кГц и размахом 5 В, снимаемые с разъема « $\oplus \Pi$ 1 kHz 1V». Выходное напряжение калибратора используется для проверки усиления сигнального тракта, проверки и компенсации выносного делителя 1:10. Кроме того, сигнал калибратора может использоваться как источник сигнала для других приборов.

10.2. Проведение измерений

10.2.1. Для измерения переменного напряжения необходимо:

- подать сигнал на гнездо « $\oplus 1M\Omega 25pF$ » входа одного канала;
- установить переключатель «ПООЧЕР., I; ПЕР.; II; АМ.» режима работы на требуемый канал;
- поставить переключатель «V/ДЕЛ.» в такое положение, при котором амплитуда изображения исследуемого сигнала была максимальной и в пределах экрана;

г) поставить переключатель « $\approx$, $\perp$, $\sim$ » в положение $\approx$. Для НЧ сигналов ниже 30 МГц использовать положение « $\approx$ ».

д) ручкой «УРОВЕНЬ» синхронизации А установить чистое изображение. Поставить переключатель «ВРЕМЯ А» в положение, при котором на экране наблюдается сколько периодов исследуемого сигнала;

е) установить ручку « $\updownarrow$ » вертикального перемещения, чтобы минимальный уровень сигнала совпадал с одной из горизонтальных линий, а максимальный — находился в пределах экрана. Ручкой « $\leftarrow\rightarrow$ » горизонтального перемещения сместить изображение таким образом, чтобы один из верхних пиков сигнала находился на вертикальной средней линии (рис. 33).

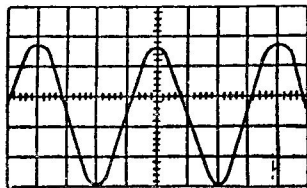


Рис. 33. Измерение полного размаха переменного напряжения

ж) измерить деление между крайними точками размаха сигнала. Ручка «ПЛАВНО» должна находиться в крайнем правом положении;

з) умножить расстояние, измеренное выше, на показание переключателя «V/ДЕЛ.».

Предположим, что размах вертикального отклонения составляет 5 дел, используется выносной делитель 1:10, переключатель «V/ДЕЛ.» установлен в положение «0,1»;

Напряжение вертикального отклонения будет составлять $5 \text{ дел} \times 0,1 \text{ В/дел} \times 10 = 5 \text{ В}$.

10.2.2. Для измерения постоянного напряжения необходимо:

а) подать сигнал на гнездо « $\oplus$ 1M Ω 25pF» входной цепи из каналов;

б) установить переключатель «ПООЧЕР.; I; ПРЕР.; II; СУММ.» режима работы на требуемый канал;

в) установить переключатель « $\approx$, $\perp$, $\sim$ » в положение $\approx$;

г) поставить переключатель «АВТ., ЖДУЩ., ОДН. РЕЖИМ» режима развертки в положение «АВТ.»;

д) ручкой « $\updownarrow$ » вертикального перемещения установить нулевую линию на одну из крайних горизонтальных

линий шкалы. При положительном напряжении — на нижнюю шкалы, при отрицательном — на верхнюю;

е) установить переключатель « $\approx$, $\perp$, $\sim$ » в положение « $\approx$ »;

ж) переключателем «V/ДЕЛ.» установить луч в пределах экрана;

з) проверить установку нулевой линии и при необходимости подправить ее, для чего необходимо повторить п. 10.2.2 в, д. е. произвести отсчет величины напряжения по вертикальной градуированной линии шкалы. Ручка «ПЛАВНО» должна находиться в крайнем правом положении.

10.2.3. Измерение напряжения путем сравнения необходимо в случае, когда требуется определить значения коэффициентов отклонения, отличающихся от устанавливаемых переключателем «V/ДЕЛ.». Этот метод используется при сравнении сигналов с амплитудой контрольного напряжения.

Для определения нового значения коэффициента отклонения сделать следующее:

а) контрольный сигнал известной амплитуды подать на вход любого канала. Установить переключатель «ПООЧЕР.; I; ПРЕР.; II; СУММ.» режима работы на требуемый канал. Используя переключатель «V/ДЕЛ.» и ручку «ПЛАВНО», установить изображение на требуемое количество дел. Не двигать ручки «ПЛАВНО» и «V/ДЕЛ.» после их установки;

б) разделить амплитуду контрольного сигнала (В) на произведение величины отклонения в дел (определенной выше) на показание переключателя «V/ДЕЛ.». Результатом будет сравнительный коэффициент отклонения;

в) для определения коэффициента отклонения в любое положение переключателя «V/ДЕЛ.» умножить показание переключателя на сравнительный коэффициент отклонения. Этот коэффициент отклонения действителен только для используемого канала и верен лишь при выполнении п. 10.2.3а;

г) для определения полного размаха амплитуды сигнала по сравнению с контрольным, отсоединить контрольный сигнал и подать на вход исследуемый;

д) поставить переключатель «V/ДЕЛ.» в положение, обеспечивающее наиболее удобное измерение. Не трогать ручку «ПЛАВНО»;

е) измерить вертикальное отклонение в дел и определить амплитуду как произведение коэффициента отклонения на величину отклонения в дел;

ж) установить переключатель « $\approx$, $\perp$, $\sim$ » в положение $\approx$. Нулевую линию можно проверить в любое время, переключив его в положение « $\perp$ »;

з) ручкой «УРОВЕНЬ» синхронизации А установить устойчивое изображение. Переключатель «А и Б ВРЕМЯ/ДЕЛ и ВРЕМЯ ЗАДЕРЖ.» поставить так, чтобы получать изображение требуемого импульса;

и) измерить расстояние в дел между нулевой линией и той на линии сигнала, в которой требуется определить уровень постоянного напряжения.

Например, на рис. 34 показано, как измерить напряжение между нулевой линией и точкой А на линии сигнала;

к) определить полярность сигнала. Если она находится выше нулевой линии, то напряжение положительное, если ниже — отрицательное. (При использовании канала II можно воспользоваться тумблером «ПОЛЯРН.»);

л) умножить расстояние, измеренное выше, на показание переключателя «V/ДЕЛ.». Учитывать коэффициент делителя, если таковой используется.

Предположим, что измеренное расстояние составляет дел (см. рис. 34), сигнал положительной полярности (изображение выше нулевой линии), при измерении использован делитель 1:10, переключатель «V/ДЕЛ.» установлен в положение «2».

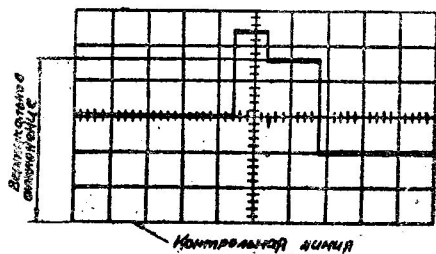


Рис. 34. Измерение уровня постоянного напряжения между нулевой линией и точкой А на линии сигнала

Искомое значение напряжения — произведение вышеполученных величин: $U = +4,6 \times 2 \times 10 = +92$ В.

Пусть контрольный сигнал с амплитудой 20 В, показание переключателя «V/ДЕЛ.» — «2», отклонение — 5 дел. Средний коэффициент отклонения $\frac{20}{5 \times 2} = 2$.

Затем при положении переключателя «V/ДЕЛ.» — «2» определить коэффициент отклонения:

$$5 \times 2 = 10 \text{ В/дел}$$

Полный размах амплитуды приложенного сигнала при вертикальном отклонении на 5 дел равен:

$$10 \times 5 = 50 \text{ В}$$

10.2.4. Для измерения временных интервалов между двумя точками сигнала необходимо:

- а) подать сигнал на вход одного из каналов;
- б) установить переключатель «ПООЧЕР.; I; ПРЕР.; II; СУММ.» на используемый канал;
- в) установить переключатель «V/ДЕЛ.» в такое положение, чтобы изображение было максимальное и в пределах экрана;
- г) ручкой «УРОВЕНЬ» синхронизации А установить устойчивое изображение;
- д) переключателем «А и Б ВРЕМЯ/ДЕЛ. и ВРЕМЯ ЗАДЕРЖ.» выбрать такую скорость развертки, при которой расстояние между двумя измеряемыми точками будет максимальное, но меньше 8 дел (рис. 35), так как возможна нелинейность изображения в первом и последнем дел шкалы;

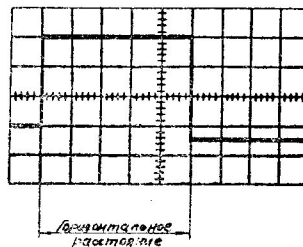


Рис. 35. Измерение временного интервала

е) ручкой «↑» переместить изображение, чтобы точки, между которыми измеряется время, находились на горизонтальной средней линии;

ж) ручкой «—» «ПЛАВНО» совместить точку начала измерения с первой вертикальной линией шкалы;

з) измерить горизонтальное расстояние между измеряемыми точками. Ручка «ПЛАВНО А» должна находиться в правом крайнем положении;

и) умножить расстояние, измеренное выше, на величину, определяемую положением переключателя «А и Б ВРЕМЯ/ДЕЛ. и ВРЕМЯ ЗАДЕРЖ.» — развертка А. При применении растяжки длительности «0,1», ответ необходимо умножить на 0,1.

Допустим, что расстояние между измеряемыми точками равно 5 дел (рис. 35), переключатель «А и Б ВРЕМЯ/ДЕЛ.»

и ВРЕМЯ ЗАДЕРЖ.» установлен в положение «0,1» растяжка не применяется.

Длительность времени $\tau = 5 \times 0,1 = 0,5$ мс.

10.2.5. Для измерения частоты периодических сигналов дует:

а) измерить время длительности одного цикла исследуемого сигнала (период T), как описано в п. 10.2.4;

б) частота сигнала является обратной величиной для времени одного цикла.

Допустим, что длительность периода равна 0,1 мс, частота этого сигнала будет равна:

$$f_c = \frac{1}{T}; \quad f_c = \frac{1}{0,1} = 10 \text{ кГц.}$$

10.2.6. Измерение времени нарастания основано на том методе, что и измерение временных интервалов. Разница в том, что измерение проводится между точками на уровнях 0,1 и 0,9 амплитуды импульса. Измерение проводится следующим образом:

а) подать сигнал на гнездо « $\oplus$ » 1M Ω 25pF» входа осциллографа из каналов;

б) установить переключатель «ПООЧЕР.; I; ПЕРЕР. СУММ.» на требуемый канал;

в) установить переключателем «V/ДЕЛ.» и ручкой «ПЕРЕР. АМП.» амплитуду сигнала размахом в 6 дел.;

г) установить переключатель «А и Б ВРЕМЯ/ДЕЛ. ВРЕМЯ ЗАДЕРЖ.» на наибольшую скорость развертки, при которой изображение между точками на фронте импульса между уровнями 0,1 и 0,9 будет максимальное, но меньше 8 дел шкалы по горизонтали;

д) определить точки на фронте импульса на уровнях 0,1 и 0,9. Уровни 0,1 и 0,9 находятся на 3 маленьких дел соответственно выше или ниже крайних горизонтальных линий шкалы (рис. 36);

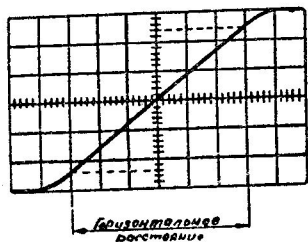


Рис. 36. Измерение времени нарастания

е) ручкой « $\leftrightarrow$ » совместить точку на уровне 0,1 с первой

вертикальной линией шкалы;

ж) измерить горизонтальное расстояние между точками на уровнях 0,1 и 0,9. Ручка «ПЛАВНО А» должна быть в правом крайнем положении.

з) умножить расстояние, измеренное выше, на показание переключателя «А и Б ВРЕМЯ/ДЕЛ. и ВРЕМЯ ЗАДЕРЖ.». При использовании растяжки длительности ответ умножить на 0,1.

Предположим, что расстояние по горизонтали между точками на уровнях 0,1 и 0,9 равно 6 дел (рис. 36), переключатель «А и Б ВРЕМЯ/ДЕЛ. и ВРЕМЯ ЗАДЕРЖ.» установлен в положение «1 μ S», использована растяжка.

Время нарастания $6 \times 1 \times 0,1 = 0,6$ мкс.

10.2.7. Для измерения временного сдвига между двумя сигналами необходимо:

а) поставить переключатели « $\approx$, $\perp$, $\sim$ » в требуемое положение;

б) установить переключатель «ПООЧЕР.; I; ПЕРЕР.; II; СУММ.» в положение «ПООЧЕР.» или «ПЕРЕР.».

Режим «ПЕРЕР.» более пригоден для НЧ, а «ПООЧЕР.» — для ВЧ сигналов;

в) установить переключатель «I; I, II» внутренней синхронизации в положение «I»;

г) подать опорный сигнал на вход канала I и исследуемый сигнал на вход канала II. Опорный сигнал должен предшествовать во времени исследуемому. Подавать сигналы на вход следует коаксиальными кабелями с одинаковыми временами задержки;

д) если сигналы противоположной полярности, тумблером «ПОСЛ. АРН.» инвертировать сигнал канала II;

е) установить переключателем «V/ДЕЛ.» изображение на 5 дел;

ж) ручкой «УРОВЕНЬ» синхронизации А установить устойчивое изображение;

з) установить переключателем «А и Б ВРЕМЯ/ДЕЛ. и ВРЕМЯ ЗАДЕРЖ.» такую скорость развертки, чтобы между двумя импульсами было 3 или более дел;

и) установить ручкой « $\updownarrow$ » вертикального перемещения импульса (или точки изображения, между которыми проводятся измерения) посередине экрана относительно горизонтальной центральной линии;

к) при помощи ручки « $\leftrightarrow$ » горизонтального перемеще-

ния установить контрольный сигнал на пересечении горизонтальной средней линии с вертикальной линией сетки;
л) измерить расстояние по горизонтали между точкам уровня середины импульсов (рис. 37).

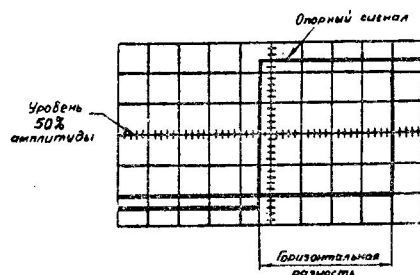


Рис. 37. Измерение временного сдвига двух сигналов

м) умножить полученное расстояние на величину, определяемую положением переключателя «А и Б ВРЕМЯ/ДЕЛ. ВРЕМЯ ЗАДЕРЖ.». При использовании растяжки умножить результат на 0,1.

Допустим, что переключатель «А и Б ВРЕМЯ/ДЕЛ. ВРЕМЯ ЗАДЕРЖ.» установлен в положение «50 μ S», включена растяжка, разность по горизонтали между импульсами 4,4.

Временной сдвиг $50 \times 4,4 \cdot 0,1 = 22$ мкс.

10.2.8. Измерение временных интервалов задержанной развертки позволяет увеличить точность измерений.

Общая точность измерения временных интервалов будет зависеть от:

- точности генератора развертки А;
- линейности шкалы «МНОЖ. ЗАДЕРЖ.».

Ниже дана методика измерения разностного времени между двумя импульсами одного сигнала. Этот метод можно применять для определения временного интервала между двумя различными сигналами или для измерения длительности одного импульса:

- а) подать сигнал на вход канала I (II). Установить переключатель режима работы на требуемый канал;
- б) установить переключатель «V/ДЕЛ.» в положение, при котором изображение сигнала будет максимальным;
- в) установить ручкой «УРОВЕНЬ» синхронизации А устойчивое изображение;
- г) установить переключатель «А и Б ВРЕМЯ/ДЕЛ. ВРЕМЯ ЗАДЕРЖ.» в положение «50 μ S».

ВРЕМЯ ЗАДЕРЖ.» — развертки А в положение, обеспечивающее расстояние между импульсами не более 8 дел;

д) установить переключатель «А, Б ПОДСВ. А, Б. ВНЕШ.» вида развертки в положение «Б ПОДСВ. А», а переключатель режима Б «АВТ., ВНУТР.; 1:1, 1:10» — в положение «ВНУТР.»;

е) установить переключатель «А и Б ВРЕМЯ/ДЕЛ. и ВРЕМЯ ЗАДЕРЖ.» — развертки Б в положение 1/100 скорости развертки А. Это обеспечит подсвеченный участок около 0,1 деления по длине;

ж) ручкой «МНОЖ. ЗАДЕРЖ.» сместить подсвеченный участок к первому импульсу;

з) установить переключатель вида развертки в положение «Б»;

и) ручкой «МНОЖ. ЗАДЕРЖ.» установить импульс (или часть его) на вертикальную центральную линию. Записать показание шкалы «МНОЖ. ЗАДЕРЖ.»;

к) поворачивать ручку «МНОЖ. ЗАДЕРЖ.» по часовой стрелке до тех пор, пока второй импульс не дойдет до вертикальной центральной линии. (Если на экране несколько импульсов, вернуться к положению «Б ПОДСВ. А» для определения правильного местоположения импульса). Записать показание шкалы «МНОЖ. ЗАДЕРЖ.»;

л) отнять первое показание шкалы от второго и умножить на показание переключателя «А и Б ВРЕМЯ/ДЕЛ. и ВРЕМЯ ЗАДЕРЖ.» — развертки А. Это и будет временной интервал между импульсами.

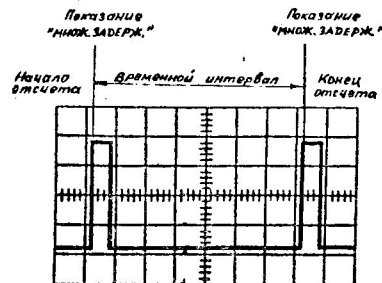
Пусть первое показание шкалы «МНОЖ. ЗАДЕРЖ.» 1,41; второе — 8,81; положение переключателя «А и Б ВРЕМЯ/ДЕЛ. и ВРЕМЯ ЗАДЕРЖ.» «0,2 μ S» (рис. 38).

Временной интервал между импульсами будет равен:

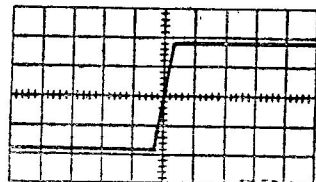
$$(8,81 - 1,41) \times 0,2 = 1,48 \text{ мкс.}$$

10.2.9. Для увеличения длительности сигнала с помощью задержанной развертки Б необходимо:

- а) подать сигнал на вход канала I (II). Установить переключатель режима работы на требуемый канал;
- б) установить переключатель «V/ДЕЛ.» в положение, при котором изображение сигнала будет максимальным;
- в) установить ручкой «УРОВЕНЬ» синхронизации А устойчивое изображение;
- г) установить переключатель «А и Б ВРЕМЯ/ДЕЛ. и ВРЕМЯ ЗАДЕРЖ.» в положение, обеспечивающее полное изображение сигнала;
- д) установить переключатель вида развертки в положение «Б ПОДСВ. А» и режима Б — в положение «АВТ.»;
- е) установить начало подсвеченного участка с помощью



а) изображение развертки А



б) изображение развертки Б

Рис. 38. Измерение временных интервалов с помощью задержанной развертки

ручки «МНОЖ. ЗАДЕРЖ.» на участок изображения, который должен быть растянут;

ж) установить переключатель «А и Б ВРЕМЯ/ДЕЛ. ВРЕМЯ ЗАДЕРЖ.» развертки Б в положение, при котором полностью подсвечивается участок, который должен быть измерен;

з) установить переключатель вида развертки в положение «Б»;

и) измерить время можно по изображению, обычным способом по п. 10.2.4.

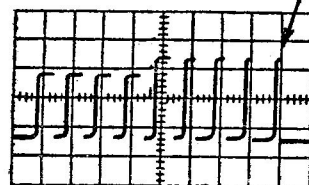
Скорость развертки определяется положением переключателя «А и Б ВРЕМЯ/ДЕЛ. и ВРЕМЯ ЗАДЕРЖ.» — развертки Б;

к) увеличение скорости развертки можно определить, разлив показания переключателя «А и Б ВРЕМЯ/ДЕЛ. ВРЕМЯ ЗАДЕРЖ.» — развертки А на показания переключателя «А и Б ВРЕМЯ/ДЕЛ. и ВРЕМЯ ЗАДЕРЖ.» развертки Б;

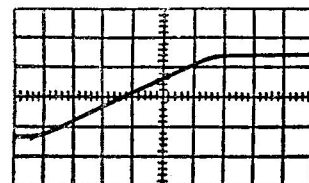
Увеличение длительности изображения сигнала (рис. 39) в положении переключателя «А и Б ВРЕМЯ/ДЕЛ. и ВРЕМЯ ЗАДЕРЖ.» развертки А — «0,1 мС» и «А и Б ВРЕМЯ/ДЕЛ. и ВРЕМЯ ЗАДЕРЖ.» развертки Б — «1 мС» определя-

$$\frac{1 \cdot 10^{-4}}{1 \cdot 10^{-6}} = 100 \text{ раз.}$$

Импульс, который требуется увеличить (по длительности)



а) изображение развертки А



б) изображение задержанной развертки Б

Рис. 39. Использование задержанной развертки для увеличения длительности импульса

При увеличении длительности с помощью задержанной развертки (режим «АВТ.») возможна неустойчивость изображения при больших соотношениях длительностей разверток А и Б (более 1000 раз). Режим развертки Б — «ВНУТР.» обеспечивает более устойчивое изображение, так как задержанное изображение синхронизируется каждый раз в одной и той же точке:

а) повторить п. 10.2.9 а-ж, описанный выше;

б) установить переключатель режима Б в положение «ВНУТР.»;

в) регулировкой «УРОВЕНЬ» синхронизации Б установить устойчивое изображение подсвеченного участка;

г) невозможность подсветить требуемый участок указывает, что сигнал не синхронизируется;

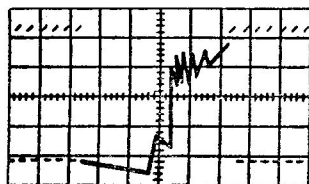
Если это не может быть исправлено регулировкой «УРОВЕНЬ» синхронизации Б или увеличением амплитуды изображения, следует запускать развертку Б внешним сигналом;

д) когда требуемый участок подсвечен, установить переключатель вида развертки в положение «Б». Небольшая регулировка ручкой «УРОВЕНЬ» синхронизации Б устанавливает устойчивое изображение;

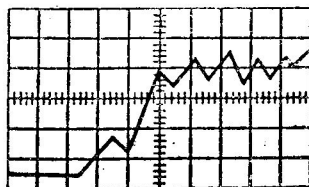
е) измерение длительности и вычисление ее аналогично приведенному.

10.2.10. Исследование сложных сигналов с помощью задержанной развертки применяется, когда сигналы состоят из нескольких отдельных участков различной амплитуды. Поскольку цепи синхронизации чувствительны к изменениям амплитуды сигналов, то устойчивое изображение возможно, когда развертка синхронизируется импульсами большой амплитуды. Следовательно, не обеспечивается требуемое изображение участков меньшей амплитуды, которые следуют за более высокими задерживаемыми участками.

Свойства задержанной развертки позволяют задержать начало развертки Б до участка, содержащего интересующую информацию, а затем подсветить его (рис. 40). Для подсвечивания части сигнала, содержащего интересующую информацию, следует выполнить операции, перечисленные в п. 10.2.9.



а) подсвеченная часть изображения неудобна для исследования вследствие того, что развертка А синхронизируется импульсами большой амплитуды



б) часть изображения, полученного с помощью задержанной развертки (режим Б — «АВТ.»)

Рис. 40. Исследование сложного сигнала с помощью задержанной развертки

10.2.11. Задержка синхронизации выходным сигналом « $\Theta \nabla B$ » может быть использована для внешней синхронизации через выбранное время задержки после начала развертки А. Время задержки выходного сигнала Б выбирается с помощью шкалы «МНОЖ. ЗАДЕРЖ.» и переключателя «А ВРЕМЯ/ДЕЛ. и ВРЕМЯ ЗАДЕРЖ.».

Для обеспечения нормального подсвечивания при внутренней синхронизации развертки А, задержка синхронизации Б может быть получена следующим образом:

а) получить засинхронизированное изображение обычным путем;

б) установить переключатель вида развертки в положение «Б ПОДСВ. А»;

в) выбрать величину задержки от начала развертки А с помощью шкалы «МНОЖ. ЗАДЕРЖ.». Время задержки вычисляется обычным путем;

г) установить переключатель режима синхронизации Б в положение «АВТ.»;

д) подать сигнал с гнезда « $\Theta \nabla B$ » на гнездо « $\Theta \nabla 1M\Omega 25pF$ » канала I;

е) длительность импульса « $\Theta \nabla B$ » определяется положением переключателя «А и Б ВРЕМЯ/ДЕЛ. и ВРЕМЯ ЗАДЕРЖ.» развертки Б.

ж) внешнее подключение будет синхронизироваться в начале подсвеченного участка, если происходит срабатывание от отрицательного импульса синхронизации.

Внешняя синхронизация развертки А может быть использована для получения задержанной синхронизации с соответствующим изображением или без него следующим образом:

а) подключить внешний сигнал на внешний вход синхронизации А и установить переключатель «ВНУТР., СЕТЬ, 1:1, 1:10» в положение «1:1»;

б) последовательно выполнить операции, описанные выше, для получения задержанной синхронизации.

10.2.12. Для синхронизации источника сигнала необходимо:

а) подсоединить сигнал с гнезда « $\Theta \nabla A$ » ко входу синхронизации источника сигнала;

б) установить переключатель режима синхронизации А в положение «1:10»;

в) переключатель «АВТ., ЖДУЩ., ОДНОКР.» установить в положение «АВТ.»;

г) переключателем «А и Б ВРЕМЯ/ДЕЛ. и ВРЕМЯ ЗАДЕРЖ.» установить нужное изображение.

10.2.13. Измерение разности фаз двух сигналов одной частоты возможно осуществить, используя двухканальный режим осциллографа. Этот метод измерения разности фаз может быть

использован вплоть до предельной частоты тракта вертикального отклонения.

Для сравнения фаз необходимо выполнить следующее:

- а) установить переключатели « $\approx$, $\perp$, $\sim$ » в одинаковое положение, в зависимости от типа подаваемого сигнала;
- б) установить переключатель «ПООЧЕР.; I; ПЕР. СУММ.» в положение «ПООЧЕР.» или «ПЕР.». Режим «ПЕР.» обычно применяется при длительности развертки от «0,5 и ниже»;

в) установить переключатель «I; I, II» внутренней синхронизации в положение «I»;

г) подать опорный сигнал на вход канала I, а сравнительный — на вход канала II. Опорный сигнал предшествует сравниваемому во времени.

При подключении сигналов на входы использовать коаксиальные кабели с одинаковым временем задержки;

д) если сигналы противоположной полярности, то переключателем «ПОЛЯРН.» второго канала инвертировать сигнал;

е) установить переключателями «V/ДЕЛ.» и ручкой «ПЛАВНО» обоих каналов идентичные изображения около дел по амплитуде;

ж) установить ручкой «УРОВЕНЬ» синхронизации А устойчивое изображение;

з) установить переключатель «А и Б ВРЕМЯ/ДЕЛ. ВРЕМЯ ЗАДЕРЖ.» в такое положение, чтобы на экране рассматривался один период сигнала;

и) установить кривые сигналов симметрично градуированной линии ручками «I» вертикального перемещения;

к) ручкой «ПЛАВНО А» установить период опорного сигнала точно на 9 дел по горизонтали (рис. 41). Каждое дел

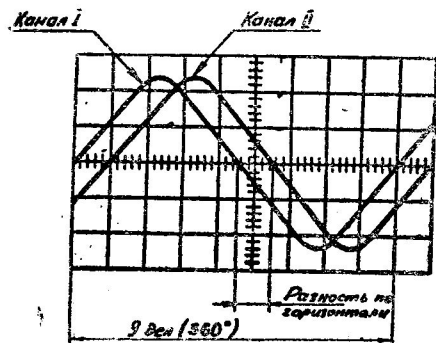


Рис. 41. Измерение фазовой разности

соответствует 40° цикла ($360^\circ:9=40^\circ$). Это фазовый коэффициент;

л) измерить разность по горизонтали между соответствующими точками сигналов (в дел. шкалы).

м) умножить измеренное расстояние (в дел) на 40° (фазовый коэффициент) для получения точной величины фазовой разности.

Предположим, что горизонтальная разность составляет 1,0 дел, фазовый коэффициент 40° , как показано на рис. 41.

Фазовая разность будет: $1 \times 40 = 40^\circ$.

10.2.14. Более точное измерение фазы между двумя сигналами может быть осуществлено увеличением скорости развертки (без изменения длительности А). Один из простейших путей увеличения скорости развертки — включение растяжки «0,1». Также может быть использована задержанная развертка.

Фазовая разность определяется как произведение фазового коэффициента (предварительно определенного) на увеличение скорости развертки.

Если скорость развертки увеличить в 10 раз путем растяжки, то фазовый коэффициент будет равен $40^\circ \times 0,1 = 4^\circ/\text{дел}$.

При горизонтальной разности 10 дел фазовая разность будет равна $10 \times 4 = 40^\circ$.

10.2.15. Метод измерения фазы X—Y может быть использован для определения фазовой разности между двумя сигналами одной частоты. Этот метод более удобен для частот сигнала до 100 кГц, чем метод, описанный выше. В этом методе один из синусоидальных сигналов обеспечивает горизонтальное отклонение (X), в то время, как другой сигнал обеспечивает вертикальное (Y). Значение фазового отклонения между двумя сигналами могут быть определены по фигурам Лиссажу следующим путем:

а) подать синусоидальные сигналы на входы обоих каналов;

б) установить переключатель «А; Б ПОДСВ. А; Б; ВНЕШ.» вида развертки в положение «ВНЕШ.», переключатель «I; I, II» внутренней синхронизации в положение «I» и переключатель «АВТ., ВНУТР., 1:1, 1:10» источника синхронизации Б в положение «ВНУТР.»;

в) установить изображение на середину экрана и переключателями «V/ДЕЛ.» обеспечить размах изображения до 4 дел в каждом направлении. Переключатель «V/ДЕЛ.» канала I управляет горизонтальным отклонением (X), а переключатель канала II — вертикальным (Y);

г) отцентрировать изображение относительно вертикальной градуированной линии. Измерить расстояния А и Б, как пока-

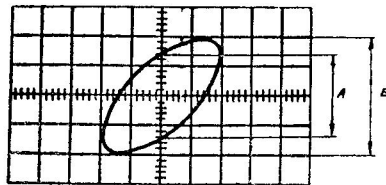
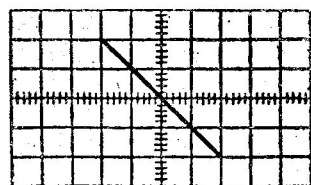


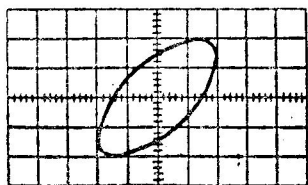
Рис. 42. Измерение разности фазы X—Y.

зано на рис. 42. Величина А представляет собой расстояние между точками пересечения кривой с вертикальной градовой линией.

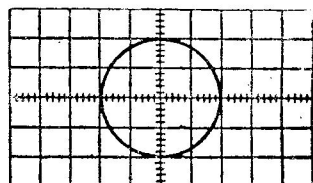
Расстояние В — максимальное отклонение по вертикали д) разделить А на В для вычисления синуса фазового (φ) между двумя сигналами. Угол может быть вычислен по тригонометрической таблице. Если изображение представляет собой диагонально направленную линию, то два сигнала находятся или в фазе (рис. 43 а) или с разницей 180° (рис.



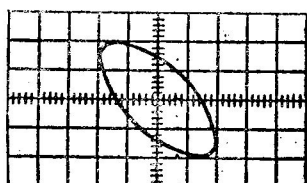
а) 0 или 360°



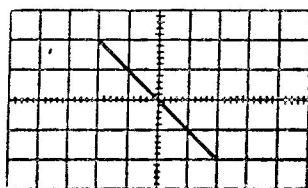
б) 30 или 330°



в) 90 или 270°



г) 150 или 210°



д) 180°

Рис. 43. Фигуры Лиссажу.

Изображение окружности указывает на фазовую разность 90°. На рис. 43 изображены несколько возможных фигур Лиссажу, определяющих фазу от 0 до 360°.

Пусть изображению, показанному на рис. 42 (А=2, В=4 дел) свойственна собственная фазовая разность 2°.

Используя формулу $\sin \varphi = \frac{A}{B}$, получаем:

$$\sin \varphi = \frac{2}{4} = 0,5; \quad \varphi = 30^\circ$$

Для определения фазовой разности между сигналами X и Y требуется еще учесть собственный фазовый коэффициент усилителей X и Y. Получаем:

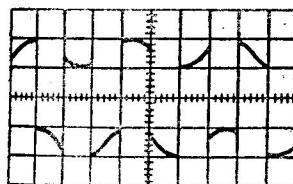
$$30^\circ - 2^\circ = 28^\circ$$

10.2.16. Режим суммирования можно использовать при исследовании сигналов, содержащих нежелательные составляющие. Эти составляющие могут быть скомпенсированы следующим образом:

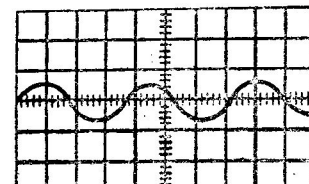
а) подсоединить сигнал, содержащий требуемую и нежелательную информацию, ко входу канала I;

б) подсоединить сигнал, аналогичный нежелательному в первом канале, на вход канала II.

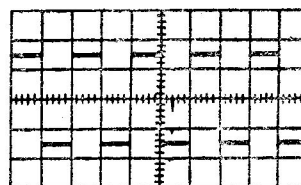
Например, на рис. 44 сигнал, подобный нежелательному, подсоединен к каналу II для избавления от ненужной составляющей сигнала канала I;



а) сигнал первого канала, содержащий требуемую информацию и нежелательную составляющую с частотой сети.



б) сигнал второго канала аналогичен вышеприведенной составляющей с частотой сети.



в) оставшаяся полезная часть сигнала.

Рис. 44. Подавление синфазной составляющей входного сигнала.

в) установить оба переключателя « $\approx$, $\perp$, $\sim$ » в положение « $\approx$ » (« $\sim$ », если постоянная составляющая входного сигнала слишком велика);

г) установить переключатель режима работы в положение «ПРЕР.». Переключатели «V/ДЕЛ.» установить так, чтобы сигналы были одинаковой амплитуды;

д) установить переключатель внутренней синхронизации в положение «I, II»;

е) установить переключатель режима работы в положение «СУММ.». Тумблером «ПОЛЯРН.» установить на сигналы противоположной полярности;

ж) переключателем «V/ДЕЛ.» канала II и тумблером «ПЛАВНО» максимально избавиться от паразитной составляющей;

з) оставшийся сигнал будет представлять собою полную информацию сигнала первого канала. Нежелательная часть сигнала уничтожена.

На рис. 44 показан один из случаев применения выпущенного режима. Сигнал, приложенный к гнезду входа ла I, содержит нежелательные частотные составляющие, соответствующий частотный сигнал подсоединен к каналу II (рис. 44б). Рис. 44 в показывает оставшуюся полезную часть сигнала.

11. ХАРАКТЕРНЫЕ НЕИСПРАВНОСТИ И МЕТОДЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ

11.1. Метод разборки и поиск неисправностей

В случае неисправности прибора следует в первую очередь отключить его от сети. Убедиться в исправности сетевого кабеля и вставки плавкой на задней панели прибора.

Поиск неисправностей следует вести в следующем порядке:

- а) проверить подключенную аппаратуру, правильность подачи сигнала и исправность кабелей и пробников;

- б) проверить положение ручек, так как их неправильное положение может создать видимость несуществующего повреждения;

- в) проверить правильность регулировки прибора или поврежденного узла, если возникает неисправность в одном из узлов.

Обнаруженная неисправность может быть результатом неправильной подстройки и устраняется при регулировке.

Прибор состоит из 10 основных узлов. Взаимодействие между узлами показано в табл. 3, которая облегчает поиск неисправностей в отдельном узле. В левой колонке табл. 3 дан перечень узлов в порядке их влияния на другие узлы прибора. Узлы, взаимодействующие с большинством других узлов, расположены в начале.

Эта таблица не дает исчерпывающей информации о всех взаимодействующих узлах, но служит в качестве пособия при поиске неисправности.

Для определения неисправности в схеме следует проанализировать все признаки повреждения. Если неисправности трудно обнаружить, воспользуйтесь табл. 3. Найдите горизонтальную линию, которая соответствует поврежденной схеме. Проверьте прежде всего эту схему. Если она не является источником повреждения, проверьте первую отмеченную знаком «X» схему в вертикальной колонке, пересекающую данную горизонтальную линию.

Неисправная работа всех схем часто указывает на неисправность в низковольтном блоке питания. Поэтому прежде всего проверьте правильность регулировки отдельных источников.

Допуски для источников питания прибора оговорены в табл. 2. Если напряжение источников в пределах указанных допусков, то можно предположить, что источник работает правильно. Отклонения значений напряжения указывают на неправильную работу или плохую регулировку источника.

Следует помнить, что поврежденный элемент где-либо в приборе также может повлиять на работу других схем и ввести в заблуждение относительно неисправности блока питания.

После обнаружения неисправного узла визуально осмотрите его. Убедитесь в отсутствии незапаянных соединений, оборванных проводов, отдельных повреждений плат или элементов. Обнаруженные дефекты устраните.

Проверьте напряжения и формы импульсов. Это помогает определить поврежденный элемент схемы. Типичные напряжения и формы импульсов даны в приложении 3.

Проверку отдельных элементов производите, отпаяв один конец от схемы. В таком случае исключается влияние остальных элементов на проверяемый.

Полупроводниковые приборы лучше всего проверять в рабочих условиях. Предполагаемый неисправный элемент можно заменить ранее проверенным или новым элементом. После замены всех неисправных элементов новыми проверьте основные параметры прибора и при необходимости произведите регулировку с помощью органов подстройки.

Взаимозависимость узлов прибора

Наименование функциональных групп	Узел питания	Усилитель синхронизации	Генератор развертки А	Генератор развертки Б	Усилитель X	Цепь ЭЛТ	Усилитель Y предварительный	Усилитель Y	Усилитель Z
Узел питания	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Усилитель синхронизации	x	x	x	x	x		x		
Генератор развертки А	x	x	x	x	x		x		x
Генератор развертки Б	x		x	x	x		x		x
Усилитель X	x		x	x	x	x			
Цепь ЭЛТ	x								
Усилитель Y предварительный	x						x	x	x
Усилитель Y	x					x	x	x	
Усилитель Z	x		x	x		x	x		x
Калибратор	x								

11.2. Краткий перечень возможных неисправностей

11.2.1. Возможные неисправности и методы их устранения приведены в табл. 4.

Таблица 4

Наименование неисправности, внешнее проявление и дополнительные признаки	Вероятная причина неисправности	Методы устранения неисправности
1. Прибор не включается.	Перегорела вставка плавкая Пр2 (И22.044.072Э3)	Проверьте вставку плавкую, неисправную замените
	Неисправлен тумблер В11 (И22.044.072Э3) или разъем Ш16 (И22.044.072Э3).	Проверьте исправность тумблера и разъема
2. При включении тумблера «СЕТЬ» перегорает вставка плавкая Пр2 или сильно греется трансформатор Тр (И24.702.213)	Обрыв в питающем кабеле.	Замените питающий кабель
	Обрыв в первичной обмотке трансформатора Тр (И22.044.072Э3) или подводящих к нему проводах	Проверьте трансформатор и поступление на него напряжения питающей сети
	При включении прибора в сеть напряжением 220 В тумблер В12 (И22.044.072Э3) находится в положении «115 В 400 Hz»	Переведите тумблер В12 (И22.044.072Э3) в положение «220V 50, 400 Hz»
	Короткое замыкание или значительная перегрузка в первичной или вторичной цепях трансформатора Тр (И22.044.072Э3)	Проверьте трансформатор и его первичные и вторичные цепи
	Пробиты выпрямительные диоды Д1—Д8, Д10—Д13, Д15—Д16 (У12)	Проверьте диоды, неисправные замените
	Пробиты электролитические конденсаторы С54—С56, С58, С59, С63 (И22.044.072Э3)	Проверьте конденсаторы, неисправные замените
	Короткое замыкание или перегрузка в выпрямителях или стабилизаторах	Найдите и устраните неисправность

Наименование неисправности, внешнее проявление и дополнительные признаки	Вероятная причина неисправности	Методы устранения неисправности	Наименование неисправности, внешнее проявление и дополнительные признаки	Вероятная причина неисправности	Методы устранения неисправности
3. Не стабилизируют стабилизаторы минус 10, +12 и +80 В	Неисправны транзисторы Т1—Т7 (И22.044.072Э3) или транзисторы, расположенные на платах У11—У13 Неисправны стабилизаторы Д1 (У11), Д1 (У13), Д2 (У14) Пробит стабилитрон Д9 (У12) Обрыв цепи нагрузки стабилизаторов, то есть они работают на холостом ходу	Проверьте транзисторы, неисправные замените Проверьте стабилитроны, неисправные замените Проверьте стабилитрон, неисправный замените Устраните обрыв цепи нагрузки стабилизаторов	Напряжения на выходе стабилизаторов минус 10, +12, +80 В завышены и не регулируются соответствующими потенциометрами	Неисправны транзисторы Т1—Т7 (И22.044.072Э3) или транзисторы, расположенные на платах У11, У13, У14 Обрыв цепи нагрузки стабилизаторов Неисправны потенциометры R9 (У14), R7 (У11, У13) Не стабилизируют стабилизаторы Обрыв в цепи одного из диодов Д1—Д8, Д10—Д13, Д15—Д16 (У12)	Проверьте транзисторы, неисправные замените Устраните обрыв в цепи нагрузки стабилизаторов Проверьте потенциометры, неисправные замените Устраните причину неустойчивости Проверьте диоды, неисправные замените
4. Отсутствуют или сильно занижены выходные напряжения стабилизаторов минус 10, +12 и +80 В	Неисправны транзисторы Т1—Т7 (И22.044.072Э3) или транзисторы, расположенные на платах У11, У13, У14 Не поступает на вход стабилизаторов напряжения Короткое замыкание или перегрузка на выходе одного или нескольких стабилизаторов Перегорели вставки плавкие Пр1, Пр2 (И22.044.072Э3)	Проверьте транзисторы, неисправные замените Проверьте напряжения на входе стабилизаторов. Устраните при отсутствии напряжения Устраните короткое замыкание или перегрузку на выходе стабилизаторов Замените вставки плавкие. Перед заменой устраните перегорание плавких	Пулсации стабилизаторов минус 10, +12, +80 минус 1900, минус 1980, +12000 В больше нормы Завышены напряжения +12000, минус 1900, минус 1980 В	Обрыв или значительное уменьшение емкости конденсаторов С54—С59, С63, С64 (И22.044.072Э3), любого из конденсаторов, расположенных на платах У11, У13, У14 и в преобразователе высоковольтном И23.211.029Э3 Перегрузка источников Занижены напряжения на входе стабилизаторов Неисправны транзисторы высоковольтного преобразователя И23.211.029Э3 Закорочены резисторы R10—R13 (плата И22.032.098Э3)	Проверьте конденсаторы, неисправные замените Устраните перегрузки Устраните причину уменьшения напряжения на входе стабилизаторов Проверьте транзисторы, неисправные замените Устраните причину короткого замыкания

Наименование не- исправности, внешнее проявление и допол- нительные признаки	Вероятная причина неисправности	Методы устране- ния неисправности	Наименование не- исправности, внешнее проявление и допол- нительные признаки	Вероятная причина неисправности	Методы устранения неисправности
8. Занижены или от- сутствуют напряже- ния +12000, минус 1900, минус 1980 В	Пробит диод Д1 (И23.211.029Э3) Увеличены напряжения стабилизаторов +80, ми- нус 10 В Короткое замыкание или перегрузка на выхо- де одного или несколь- ких источников Занижены или отсутст- вуют напряжения стаби- лизаторов +80, +12, ми- нус 10 В Перегорела вставка плавкая Пр (плата И22.032.098Э3) Неисправны транзи- сторы преобразователя высоковольтного И23.211.029Э3	Проверьте диод правый замените Устраните увеличения напря- жения Устраните корот- кое замыкание или пер- егрузку на выходе исто- ка Устраните уменьшения или отсутствия напряже- ния Замените встав- ку	Нет усиления по вер- тикали При работе в режи- мах «ПООЧЕР.», «ПРЕР.» под- свечивается обратный ход луча Не работает генера- тор развертки А в режимах «АВТ.», «ЖДУЩ.»	Неисправен резистор R74 (R75) « ↑ » (У1) Неисправен усилитель У предварительный (У1) Неисправен усилитель У (У5) Обрыв входного кабе- ля Неисправен переключе- тель В1, В2, В3, В4 (У1) Неисправны транзисто- ры Т1—Т9, Т11—Т17 (Т21—Т29, Т31—Т37) (И25.030.017Э3) Неисправен транзистор Т64 (И25.030.017Э3) Неисправны элементы схемы развертки А (У8) Т5—Т9, Т11—Т16, Д6, Д8 Поврежден переключе- тель В5 или оборваны подходящие провода Поврежден разъем Ш10 (И22.044.072Э3)	Замените резистор (И22.044.072Э3) Проверьте исправность транзисторов Т18, Т19 (Т38, Т39), Т43—Т46, Т49, Т51—Т53, Т56— Т59, неисправные тран- зисторы заменить (И25.030.017Э3) Проверьте исправ- ность транзисторов Т1— Т9, Т11—Т13, несправ- ные транзисторы заме- ните (И25.030.020Э3) Исправьте или замени- те входной кабель Исправьте переключе- тели В1—В4 (И22.044.072Э3) Неисправные транзи- сторы замените Замените транзистор Т64 Проверьте соответст- вие потенциалов на элек- тродах полупроводни- ковых приборов Неисправные замените Повреждения устрани- те или замените пере- ключатель В5 (И22.044.072Э3) Устраните поврежде- ния Промойте спиртом контакты
	9. Отсутствует луч на экране ЭЛТ	Плохой контакт пане- ли ЭЛТ Неисправна ЭЛТ Нет всех необходимых питающих напряжений ЭЛТ Неисправна схема уси- лителя Z (У4)		Исправить или заменить ЭЛТ Заменить ЭЛТ Проверить и ус- транить неисправности в питании ЭЛТ (И22.044.072Э3) Проверить и устранить неисправно- сти усилителя Z (У4)	
10. Луч ЭЛТ не переме- щается по вертикали	Разбалансирован уси- литель У предваритель- ный (У1)	Произвести балан- сировку усилителя предварительного (И22.044.072Э3)			

Наименование неисправности, внешнее проявление и дополнительные признаки	Вероятная причина неисправности	Методы устранения неисправности
14. Подсвечивается обратный ход луча	Неисправны транзисторы Т8, Т9, Т11, диоды Д11, Д26 (И25.081.007Э3)	Проверьте, неисправные замените
15. Генератор развертки А не синхронизируется	Неисправный диод Д12, транзисторы Т11—Т15 (И22.075.013) или Д6 (И25.081.007)	Проверьте, неисправные замените
16. Не запускается развертка Б	Неисправные транзисторы компаратора и триггера запуска развертки Б Т18—Т26 (И25.081.007) или транзисторы и диоды генератора развертки Б Т13—Т16, Т18—Т23, Д12, Д16, (И25.081.006)	Проверьте, неисправные замените
17. Генератор развертки Б не синхронизируется	Неисправность в усилителе синхронизации развертки Б, транзисторы Т1—Т12, Т17, Д21 (И25.081.006)	Проверьте, неисправные замените
18. Не работает калибратор	Неисправна микросхема У (У6) Неисправен потенциометр R8 (У6) Обрыв в питающих или в выходном кабелях калибратора	Неисправную схему замените (И25.085.001Э3) Проверьте, неисправный замените Проверьте, неисправность устраните

11.2.2. Описание органов подстройки прибора

Базовый блок (И22.044.072 Э3)

R2, R4	— корректировка геометрических искажений ЭЛТ;
R6	— центровка фокусировки;
R7	— поворот луча ЭЛТ по оси X;
R8	— поворот луча ЭЛТ по оси Y;
У1 — Усилитель Y предварительный (И22.068.791 Э3)	
C7(C8), C14(C15)	— подстройка входной емкости тракта вертикального отклонения;
C9(C12), C16(C18)	— компенсация делителей аттенюатора
У — Усилитель Y предварительный (И25.030.017 Э3)	
R2(R79)	— компенсация тока затвора транзистора Т1 (Т23);
R27(R99), C7(C38), C13(C44), R62(R131), C25(C54)	— корректировка частотной характеристики предусилителя канала I(II);
R52(R122)	— установка потенциала +1,4 В на контрольных точках Гн8 и Гн9;
R158	— выравнивание выходного тока транзисторов Т54, Т55 относительно тока транзисторов Т58, Т59;
R191	— установка нулевого потенциала на контрольных точках Гн25 и Гн26.
У4 — Усилитель Z (И25.035.017 Э3)	
C2	— корректировка формы импульса.
У5 — Усилитель Y (И25.030.020 Э3)	
R4	— выравнивание потенциалов на входе усилителя;
R8	— коррекция коэффициента усиления;
C5, C25	— коррекция частотной характеристики усилителя;
R18, C12, R21, R23	— коррекция формы импульса.
У6 — Калибратор (И25.085.001 Э3)	
R6	— коррекция частоты выходного напряжения калибратора;
R8	— коррекция амплитуды выходного напряжения калибратора.

У7 — Генератор развертки Б (И25.081.006 ЭЗ)

- R9 — выравнивание потенциала на рабочей точке ГнЗ при работе развертки при внутреннем и внешнем пуске;
- R23 — установка нулевого потенциала эмиттере транзистора Т4;
- R46 — выравнивание коэффициентов усиления усилителей, выполненных на транзисторах Т5 и Т8 и микросхеме У1;
- R51 — установка нулевого потенциала эмиттере транзистора Т11;
- R56 — выравнивание потенциалов на каках транзисторов Т6, Т9;
- R62 — установка первоначального уровня запуска генератора развертки Б.

У9 — Усилитель синхронизации (И22.075.013 ЭЗ)

- R9 — выравнивание потенциала на рабочей точке ГнЗ при работе синхронизации внутреннего и внешнего источника запуска;
- R23 — установка нулевого потенциала эмиттере транзистора Т4;
- R25 — установка коэффициента усиления сигнала, поступающего на усилитель Х с гнезда «ВХОД Х»;
- R44 — установка нулевого потенциала эмиттере транзистора Т11;
- R54 — выравнивание коэффициентов усиления усилителей, выполненных на транзисторах Т5, Т7 и на микросхеме У;
- R59 — установка первоначального уровня срабатывания схемы синхронизации;
- R62 — выравнивание потенциалов на каках транзисторов Т8, Т9;
- R77 — установка уровня запуска генератора развертки А.

У10 — Усилитель Х (И25.035.018 ЭЗ)

- R11 — регулировка длительности пилообразного напряжения развертки А;
- R15 — регулировка длительности пилообразного напряжения развертки Б;

R16

R22

R25

R29

R33

С8, С9

У11 — Стабилизатор (И23.233.122 ЭЗ)

- R7 — установка напряжения минус 10 В.

У13 — Стабилизатор (И23.233.122 ЭЗ)

- R7 — установка напряжения +12,6 В.

У14 — Стабилизатор (И23.233.123-01 ЭЗ)

- R9 — установка напряжения +80 В.

У15 — Преобразователь высоковольтный (И23.211.029 ЭЗ)

- R1 — установка напряжения $\pm 1,98$ кВ;

У1 — Усилитель (И22.032.098 ЭЗ);

- R1 — установка напряжения +12 и минус 1,9 кВ.

12. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

Профилактические работы проводятся с целью обеспечения нормальной работы прибора в течение его эксплуатации.

Окружающая среда, в которой находится прибор, определяет частоту осмотра.

Рекомендуемые виды и сроки проведения профилактических работ:

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

При вскрытии прибора и проведении профилактических работ следует иметь в виду меры безопасности, указанные в разделе 8 настоящего описания.

Для вскрытия прибора следует руководствоваться пп. 1.2.4 и 1.3.3 данного описания.

12.1. При визуальном осмотре внешнего состояния прибора рекомендуется проверять крепление ручек управления, надежность их действия и четкость фиксации, состояние лакокрасочных и гальванических покрытий, крепление деталей и узлов шасси прибора, состояние контровки гаек, надежность паечных контактных соединений, отсутствие оловоотложений и трещин на деталях из фарфора и пластмассы.

Рекомендуется проверить комплектность прибора и надежность запасного имущества.

Необходимо выявлять перегретые элементы и определять фактическую причину перегрева до замены такого элемента, так как в противном случае повреждение может повториться.

12.2. Скопление пыли в приборе может вызвать перегрев элементов, так как пыль служит изолирующей прокладкой и уменьшает эффективность рассеивания тепла. Пыль снаружи прибора устраняется мягкой тряпкой или кисточкой.

Внутри прибора пыль лучше устранять продувкой сухим воздухом.

Особое внимание следует уделять высоковольтным узлам и деталям, так как чрезмерное скопление пыли или грязи в этих местах может вызвать пробой.

12.3. Надежность переключателей, потенциометров и других вращающихся элементов можно увеличить за счет соответствующей смазки.

Для смазки осевых втулок переключателей можно использовать технический вазелин.

12.4. В случае неисправности или при проведении технического обслуживания, для вскрытия прибора следует отпустить два специальных винта, расположенных на боковых стяжках, и снять верхнюю и нижнюю крышки.

При необходимости замены ЭЛТ или лампочек под шкалой ЭЛТ следует снять экран, в котором заключено совместно с каркасом (приложение 1, рис. 1), для чего необходимо:

- снять заднюю панель прибора, отвинтив четыре винта, крепящие задние ножки-подставки совместно с задней стенкой к раме;

- снять панель ЭЛТ;

- отпаять провода, идущие к катушкам поворота луча, заземляющий провод экрана;

- снять колпак, прижимающий резиновый колпачок, и отсоединить анодный контакт;

- отсоединить провод высокого напряжения;

- снять контакты с выводов вертикально и горизонтально отклоняющих пластин;

- отпустить винт, стягивающий хомут крепления экрана ЭЛТ в хвостовой части;

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

- подвинуть экран с ЭЛТ в направлении задней стенки, приподнять его выше уровня передней рамки прибора и отпаять провода, идущие к лампочкам подсвета шкалы ЭЛТ;

- вынуть экран из прибора.

Для того, чтобы вынуть ЭЛТ из экрана необходимо:

- отвинтить винты, крепящие экран к каркасу;

- отпустить винт, стягивающий хомут крепления ЭЛТ.

При отвинчивании винтов, крепящих экран к каркасу, снимаются пружины, придерживающие светопроводы. Сняв светопроводы, обеспечивается доступ к лампочкам подсвета шкалы ЭЛТ.

Установка новой ЭЛТ в экран и экрана в прибор производится в порядке, обратном описанному.

При установке или извлечении ЭЛТ из экрана необходимо исключить возможность механических воздействий на выводы вертикально и горизонтально отклоняющих пластин и на выводы цоколя.

Для съема блока вертикального отклонения необходимо:

- снять ручки управления переключателей и переменных резисторов;

- отсоединить контакты связывающие блок с базой;

- отвинтить винты крепления блока к средней стенке;

- отвинтить гайки переключателей «V/ДЕЛ.», крепящих блок к передней панели;

- вынуть блок из прибора, перемещая его от панели назад и вниз.

Установку блока в прибор производить в обратном порядке.

Для замены элементов на платах, имеющих разъемы, необходимо отвинтить винты, крепящие платы, и снять плату с прибора.

Для доступа к платам усилителя Z, выпрямителям, блокам заливки высоковольтных конденсаторов фильтров питания ЭЛТ, регулируемым переменным резисторам коррекции луча ЭЛТ необходимо снимать заднюю панель прибора, для чего следует отвинтить винты, крепящие задние ножки, совместно с задней панелью к раме.

Для доступа к стабилизаторам низковольтных источников питания необходимо снять заднюю панель прибора и отвинтить винты, крепящие защитную крышку к задней панели.

Для замены силового трансформатора питания необходимо снять заднюю панель прибора, отвинтить плату выпрямителя, а затем отвинтить четыре винта, крепящие трансформатор к задней поперечной стенке.

Для съема высоковольтного преобразователя достаточно отвинтить четыре винта, крепящие его к средним стенкам прибора, и снять с ЭЛТ анодный контакт.

13. ПОВЕРКА ОСЦИЛЛОГРАФА

Проверка осциллографа проводится в соответствии с требованиями ГОСТ 8.311-78 «Осциллографы электронно-лучевые универсальные. Методы и средства проверки». Проверке подлежат осциллографы С1-79, находящиеся в эксплуатации, хранении и выпускаемые из ремонта.

13.1. Операции и средства проверки

При проведении проверки должны быть выполнены операции и применены средства проверки, указанные в табл. 3.

Таблица 3

Наименование операций	Номера пунктов	Средства проверки и их нормативные технические характеристики
Внешний осмотр	13.3.1	
Опробование	13.3.2	Генератор импульсов типа ГИ-9; длительность импульсов $\tau \leq 10^6$ мкс; погрешность установки длительности $\pm(0,1\tau+0,03)$ мкс; длительность фронта 0,015 мкс; погрешность установки амплитуды $\pm(0,01U+0,005)$ В; период повторения 1—10 ⁷ мкс; временной сдвиг τ_s 0—100 мкс; погрешность установки сдвига $\pm(0,01\tau_s+0,03)$ мкс; максимальная амплитуда U10 В.
Определение метрологических параметров	13.3.3	
Определение ширины линии луча	13.3.3.1	Генератор импульсов типа ГИ-9; Осциллограф универсальный С1-79; коэффициенты развертки от 2 до 2 мкс/см; амплитуда импульсов в гнезде «  » — 5÷12 В.

Продолжение табл. 3

Наименование операций	Номера пунктов	Средства проверки и их нормативные технические характеристики
Определение погрешности коэффициента отклонения	13.3.3.2	Калибратор осциллографов типа ИИ-9: диапазон амплитуд U — 30 мкВ — 100 В; погрешность установки амплитуды $\pm(2,5 \cdot 10^{-3}U+3)$ мкВ; период следования T 100 нс — 10 с; погрешность установки периода 10^{-4} T.
Определение погрешности коэффициента развертки	13.3.3.3	Калибратор осциллографов типа ИИ-9. Генератор сигналов высокочастотный типа Г4-107: диапазон частот 12,5—400 МГц; погрешность установки частоты 1%; амплитуда 1 В. Частотомер электронно-счетный ЧЗ-34: диапазон частот $1 \cdot 10^{-5}$ —120 МГц; вход 0,3 В.
Определение параметров периодической характеристики: время нарастания, выброс, неравномерность вершины, время установления, спад вершины при закрытом входе)	13.3.3.4	Генератор испытательных сигналов типа TR-0306: длительность фронта $\leq 0,25$ нс; длительность импульса $(\tau) \leq 100$ нс; неравномерность вершины 1%; амплитуда U 50 В. Генератор импульсов типа Г5-53.

Примечание. Допускается применять другие вновь разработанные или находящиеся в применении средства проверки, прошедшие метрологическую аттестацию в органах государственной или с их разрешения ведомственной метрологической службы, с погрешностью измерения, не превышающей 1%, допускаемой погрешности определяемого параметра.

13.2. Условия проверки и подготовка к ней

13.2.1. При проведении проверки необходимо соблюдать следующие условия:

поверку проводят в нормальных условиях	
температура окружающего воздуха, °С	20±5
относительная влажность воздуха, %	65±15
атмосферное давление кПа (мм рт. ст)	100±4 (750±30)

напряжение питающей сети, В $220 \pm 4,4$ для сети с частотой 50 Гц, $220 \pm 4,4$ или $115 \pm 2,5$ для сети с частотой 400 Гц
частота питающей сети, Гц $50 \pm 0, 1:400 \pm 12$,

— допускается проводить поверку в рабочих условиях, ли при этом не ухудшается соотношение погрешностей поверяемого и образцового приборов.

13.2.2. Перед проведением поверки должны быть выполнены следующие подготовительные работы:

подготовлены вспомогательные устройства (кабели, накладки, аттенюаторы, разветвители, делители и т. д.) из комплекта поверяемого прибора и образцовых средств поверки;

поверяемый осциллограф и средства поверки должны быть заземлены и выдержаны во включенном состоянии в течение 15 мин.

13.3. Проведение поверки

13.3.1. Внешний осмотр.

При внешнем осмотре должно быть установлено соответствие поверяемого прибора следующим требованиям:

поверяемые осциллографы должны быть укомплектованы в соответствии с разделом 3 «Комплект поставки» И22.044 ФО;

поверяемые осциллографы не должны иметь механических повреждений кожуха, крышек, лицевой панели, регулирующих и соединительных элементов отсчетных шкал и устройств нарушающих работу осциллографа или затрудняющих поверку;

должна быть обеспечена четкая фиксация всех переключателей во всех позициях при совпадении указателя позиции соответствующими надписями на панели прибора.

13.3.2. Опробование.

Опробование проводят после времени самопрогрева 15 мин.

Допускается проводить опробование сразу после включения осциллографа. Опробование проводят при помощи генератора импульсов Г5-53.

Проверка работы осциллографа в автоколебательном режиме.

Осциллограф С1-79 перевести в автоколебательный режим при этом установить переключатели:

«АВТ. ЖДУЩ. ОДНОКР.» — в положение «АВТ.»;

«АВТ. ВНУТР. 1:1, 1:10» — в положение «АВТ.»;

«А, Б ПОДСВ. А, Б, ВНЕШ.» — в положение «А»;

«ПООЧЕР. I. ПРЕР. II СУММ.» — в положение «I».

Проверить наличие линии развертки А электронного луча на экране электронно-лучевой трубки (ЭЛТ), регулировку яркости и фокусировку луча, смещение луча в горизонтальном и вертикальном направлениях.

После этого установить переключатели: «А, Б ПОДСВ. А, Б, ВНЕШ.» — в положение «Б», «ПООЧЕР. I, ПРЕР. II, СУММ.» — в положение II, шкалу «МНОЖИТЕЛЬ ЗАДЕРЖКИ» — в положение «0,40» и проверить наличие линии развертки Б, а также смещение луча в вертикальном направлении для канала II.

Провести калибровку коэффициентов отклонения каналов II и коэффициентов разверток А, Б по внутреннему калибратору согласно раздела 10.1 технического описания.

Проверка работы органов регулировки коэффициента развертки.

Поверяемый осциллограф перевести в режим внешнего запуска, генератор импульсов Г5-53 — в режим внутреннего запуска.

При этом в осциллографе С1-79 переключатели установить в положение:

«ВНУТР.; СЕТЬ; 1:1; 1:10»	— «1:1»
«АВТ.; ВНУТР.; 1:1; 1:10»	— «1:1»
«АВТ., ЖДУЩ. ОДНОКР.»	— «АВТ.»
«РАСТЯЖКА 0,1; 1»;	— «1»
«МНОЖ. ЗАДЕРЖ.»	— «0,40»
«А; Б ПОДСВ. А; Б, ВНЕШ.»	— «А»
«А и Б ВРЕМЯ/ДЕЛ и ВРЕМЯ ЗАДЕРЖ.»	— «0,05»
«V/ДЕЛ» канала I	— «0,2»
«ПООЧЕР.; I; ПРЕР; II; СУММ.»	— «I»

Подать на гнездо « $\ominus$ ИМ Ω 25 pF» канала I от генератора Г5-53 основной импульс (при максимальной частоте повторения) амплитудой, соответствующей 4-м делениям шкалы ЭЛТ вертикали длительностью, соответствующей пяти делениям шкалы ЭЛТ по горизонтали и на гнездо « $\ominus$ ВНЕШ.» синхронизирующий импульс.

Органами регулировки амплитуды синхронизирующих импульсов генератора, задержки основных импульсов генератора при необходимости, ручной «УРОВЕНЬ» синхронизации А поверяемого осциллографа добиться устойчивого изображения импульсов на экране ЭЛТ.

Увеличивая фиксированное значение коэффициента развертки А, наблюдать уменьшение ширины импульсов на экране ЭЛТ. При достижении ширины изображения импульса одного деления длительность импульса увеличить так, чтобы ширина изображения на экране ЭЛТ снова была равна пяти делениям по горизонтали.

Частоту повторения импульсов соответственно уменьшить до минимального значения частоты повторения импульсов синхронизации поверяемого осциллографа.

При одном, по выбору поверителя, фиксированном значении коэффициента развертки А проверять работоспособность плавной регулировки коэффициента развертки.

Переключатель «А; Б ПОДСВ. А, Б. ВНЕШ.» перевести в положение Б, синхронизирующий импульс с каналом «ВНЕШ.» синхронизации А снять и подать на канал «ВНЕШ.» синхронизации Б.

Переключатель «ВНУТР.; СЕТЬ; 1:1; 1:10» перевести в положение «ВНУТР.».

Проверка работы органов регулировки коэффициента развертки Б проводится аналогично развертке А, при этом передний фронт импульса не наблюдается. При необходимости ручкой «УРОВЕНЬ» синхронизации Б добиться устойчивого изображения импульса на экране ЭЛТ.

Проверка работы осциллографа в режиме внутреннего запуска.

Поверяемый осциллограф перевести в режим внутреннего запуска. При этом переключатели установить:

«ВНУТР.; СЕТЬ; 1:1, 1:10» — в положение «ВНУТР.»;

«АВТ. ВНУТР., 1:1, 1:10» — в положение «АВТ.»;

«А, Б ПОДСВ. А, Б, ВНЕШ.» — в положение «А».

Остальные переключатели установить, как при проверке работы органов регулировки коэффициентов развертки. При этом сигнал внешней синхронизации снять.

Подать на гнездо «ВНУТР. IMQ25pF» канала I от генератора Г5-53 основной импульс (при максимальной частоте пульсации) амплитудой, соответствующей 4-м делениям шкалы по вертикали и длительностью, соответствующей пяти делениям шкалы ЭЛТ по горизонтали. Регулировкой ручки «УРОВЕНЬ» синхронизации А, поверяемого осциллографа добиться устойчивого изображения импульса на экране ЭЛТ. Увеличить амплитуду основных импульсов генератора Г5-53 до минимального значения 0,5 деления (4 мм), при этом сигнал

развертки А должна оставаться устойчивой. При необходимости допускается проводить дополнительную регулировку уровня синхронизации.

Переключатель «А; Б ПОДСВ. А; Б; ВНЕШ.» перевести в положение «Б». Проверку работы осциллографа в режиме внутреннего запуска развертки Б провести аналогично проверке развертки А, при этом передний фронт импульса не наблюдается.

Проверка работы органов регулировки коэффициента отклонения. Поверяемый осциллограф перевести в режим внешнего запуска, генератор импульсов Г5-53 — в режим внутреннего запуска. При этом в осциллографе СИ-79 установить переключатели в положение:

«ВНУТР.; СЕТЬ; 1:1, 1:10»	— «1:1;
«ВРЕМЯ/ДЕЛ. А и Б ВРЕМЯ ЗАДЕРЖ.»	— «0,1μs»;
«АВТ.; ЖДУШ.; ОДНОКР.»	— «АВТ.»
«РАСТЯЖКА 0,1; 1»	— «I»
«ПООЧЕР.; I; ПЕР.; II; СУММ.»	— «I»
«V/ДЕЛ» каналов I, II	— «0,002»
«I; I, II»	— «I, II»

Подать на гнездо «ВНУТР. IMQ25 pF» канала I от генератора Г5-53 основной импульс амплитудой, соответствующей пяти делениям шкалы ЭЛТ по вертикали, длительностью соответствующей пяти-шести делениям шкалы ЭЛТ по горизонтали и синхронизирующий импульс на гнездо «ВНЕШ.» синхронизации А.

Органами регулировки синхронизации А «УРОВЕНЬ», задержки синхронизации генератора Г5-53 добиться устойчивого изображения импульса на экране ЭЛТ.

Увеличивая фиксированное значение коэффициента отклонения, наблюдать уменьшение высоты изображения импульса на экране ЭЛТ. При достижении высоты импульса одного деления по вертикали, амплитуду основных импульсов генератора Г5-53 увеличить так, чтобы высота изображения импульса на экране ЭЛТ снова была равна пяти делениям по вертикали.

При одном, по выбору поверителя, фиксированном значении коэффициента отклонения проверить работоспособность плавной регулировки коэффициента отклонения.

Переключатель «ПООЧЕР.; I; ПЕР.; II; СУММ.» установить в положение II. Проверку коэффициентов отклонения канала II провести аналогичным способом.

13.3.3. Определение метрологических параметров.

13.3.3.1. Определение ширины линии луча.

Ширину линии луча в вертикальном направлении определяют методом косвенного измерения при помощи генератора импульсов Г5-53.

Поверяемый осциллограф перевести в автоколебательный режим развертки, при этом установить переключатели в следующие положения:

«ВРЕМЯ/ДЕЛ А и Б ВРЕМЯ ЗАДЕРЖ.» — «5μs»
 «А; Б подск. А; Б; ВНЕШ.» — «А»
 «АВТ.; ЖДУШ.; ОДНОКР.» — «АВТ»
 «РАСТЯЖКА 0,1; 1» — «1»
 «V/ДЕЛ» канала I — «2»
 «ПООЧЕР.; I; ПРЕР.; II; СУММ.» — «I»

Генератор Г5-53 перевести в режим внутреннего запуска от него через аттенюатор 20 дБ подать на гнездо « $\ominus$ 1MΩ» канала I основной импульс с периодом следования 40 мкс, длительностью 10 — 50 мкс, амплитудой 2—5В.

Ручкой «УРОВЕНЬ» синхронизации А добиться синхронизации, при этом на экране ЭЛТ будут наблюдаться две горизонтальные линии. Ручкой « $\updownarrow$ » канала I переместить изображение к верхней границе рабочего участка экрана ЭЛТ.

При оптимальной яркости и фокусировке луча уменьшить амплитуду импульсов до значения, при котором светящиеся линии соприкоснутся.

Ширину линии луча по вертикали d_v в делениях вычисляют по формуле:

$$d_v = \frac{U_1}{a_v},$$

где U_1 — амплитуда импульсов, В;

a_v — коэффициент отклонения по вертикали, В/дел.

Аналогично измерить ширину линии луча в середине нижней границы рабочего участка экрана ЭЛТ.

Ширину линии луча в горизонтальном направлении определяют методом косвенного измерения при помощи генератора импульсов Г5-53 и источника пилообразного напряжения (используется осциллограф С1-68, имеющий выход пилообразного напряжения).

На поверяемом осциллографе С1-79 установить переключатели в следующие положения:

«А; Б ПОДСВ. А, Б, ВНЕШ.» — «ВНЕШ.»

«ВНУТР.; СЕТЬ; 1:1; 1:10» — «1:1»
 «ПООЧЕР.; I; ПРЕР.; II; СУММ.» — «I»
 «V/ДЕЛ.» канала I — «2»

На гнездо « $\ominus$ 1MΩ25pF» канала I подать пилообразное напряжение с гнезда « $\ominus$ А» осциллографа С1-68 (при этом переключатель «ВРЕМЯ/СМ» установить в положение «S», переключатель «X, x1, x2» — в положение «x1»), а на гнездо « $\ominus$ X» подать от генератора Г5-53 основной импульс параметрами как и при проверке ширины линии луча в вертикальном направлении.

На экране ЭЛТ наблюдать две вертикальные линии. Изменяя с помощью переключателя «V/ДЕЛ» канала I значение коэффициента отклонения, установить высоту изображения линий возможно близкую к длине рабочего участка шкалы ЭЛТ по вертикали.

Коэффициент отклонения по горизонтали a_r вычисляют по формуле

$$a_r = \frac{U_2}{l}, \quad (2)$$

где U_2 — амплитуда импульсов на выходе генератора В;

l — длина изображения по горизонтали, деления.

С помощью ручек « $\leftarrow$ ГРУБО», « $\leftarrow$ ПЛАВНО» переместить изображение к левой границе рабочего участка экрана ЭЛТ.

При оптимальной яркости и фокусировке изменять амплитуду импульсов генератора Г5-53 до значения U_a , при котором две светящиеся вертикальные линии соприкоснутся. Ширину линии луча d_r в делениях по горизонтали вычисляют по формуле

$$d_r = \frac{U_3}{a_r} \quad (3)$$

Аналогично измерить ширину линии луча в середине и верхней границе рабочего участка ЭЛТ.

Результат проверки считается удовлетворительным, если ширина линии луча в вертикальном и горизонтальном направлениях не превышает 0,1 дел (0,8 мм).

13.3.3.2. Определение погрешности коэффициента отклонения. Определение погрешности коэффициентов отклонения трактового отклонения, прибора с делителем 1:10, производится методом прямого измерения при помощи импульсного калибратора осциллографов И1—9. Перед проверкой производят

ся калибровка коэффициента отклонения усилителей вертикального отклонения каждого канала по внутреннему калибру амплитуды согласно механического описания и инструкции эксплуатации И22.044.078 ТО (п. 10.1). а при проверке с телом 1 : 10 калибровку производить совместно с осциллографом.

От прибора И1—9 с выхода калибратора напряженияются прямоугольные импульсы вначале на гнездо «IMQ25pF» канала I, а затем на гнездо « $\ominus$ IMQ25pF» канала II.

Переключатели « $\approx$, $\perp$, $\sim$ » каналов I и II устанавливаются в положение « $\approx$ », переключатель «ВНУТР, СЕТЬ, 1:1, 1:10» в положение «ВНУТР».

Ручки «ПЛАВНО» каналов I и II устанавливаются в нормальное положение, коэффициент развертки — одно деление.

Проверка производится во всех положениях переключателя «V/ДЕЛ» (для прибора с делителем 1:10 И22.727.057 только в положениях «0,02», «0,1» переключателя «V/ДЕЛ») при виде изображения сигнала на экране ЭЛТ, равной 2, 4 и 6 делений шкалы.

Изображение сигнала должно располагаться симметрично относительно горизонтальной оси экрана.

Плавным изменением выходного напряжения импульсного калибратора осциллографов И1—9 добиться точного совмещения размера изображения с делениями шкалы. Погрешность коэффициента отклонения в процентах определяется по индикатору прибора И1—9.

Результат проверки считается удовлетворительным, если погрешность коэффициентов отклонения для прибора не превышает $\pm 3\%$, а для прибора с делителем 1:10 И22.727.057 — не более $\pm 1\%$.

13.3.3.3. Определение погрешности коэффициента развертки

Определение погрешности коэффициента развертки производится методом прямых измерений при помощи калибратора осциллографов И1—9 на длительностях развертки от 50 нс до 0,1 мкс в положениях «I» переключателя «Растяжка 0,1; 1» и длительностях развертки «0,05 мкс» в положении «I» переключателя «Растяжка 0,1; 1», «0,2; 0,1; 0,05 мкс» в положении «0,1» переключателя «Растяжка 0,1; 1» определение погрешности коэффициентов развертки производится методом косвенного измерения действительного значения коэффициента развертки при помощи генератора сигналов Г4—107 и электронно-счетного частотомера ЧЗ-34.

Перед проверкой ручки «ПЛАВНО А», «ПЛАВНО Б» устанавливаются в калиброванное положение (крайнее правое).

Производится калибровка развертки по внутреннему калибратору длительности, согласно технического описания и инструкции по эксплуатации И22.044.078 ТО (п. 10.1). Переключатель «Растяжка 0,1; 1» устанавливается в положение «1».

На вход испытываемого прибора подается напряжение с амплитудой не менее 2,4 дел по вертикали такой частоты, чтобы на рабочей части развертки на 10 делениях укладывалось 10 периодов.

Проверка погрешности коэффициента развертки производится во всех положениях переключателя «ВРЕМЯ/ДЕЛ А и Б ВРЕМЯ ЗАДЕРЖ.» (кроме положений 0,1; 0,2; 0,5 с», которые являются обзорными) на 4, 6, 8 и 10 делениях шкалы осциллографа.

При использовании множителя развертки (переключатель «Растяжка 0,1; 1» находится в положении «0,1») проверка погрешности коэффициента развертки проводится на рабочей части развертки 80 мм за исключением 30 нс от начала развертки на 4, 6, 8 и 10 делениях в положениях «0,2 мкс», «0,1 мкс», «0,05 мкс» переключателя «ВРЕМЯ/ДЕЛ А и Б ВРЕМЯ ЗАДЕРЖ.»

Плавным изменением периода сигнала прибора И1-9 или частоты сигнала генератора Г4-107 добиваемся точного совмещения 4 периодов установленного сигнала с 4 делениями шкалы в начале, середине и конце рабочей части развертки. Совмещение изображения с отметками шкалы проводится в точках, имеющих максимальную крутизну и для одинаковых границ линии луча.

Погрешность коэффициента развертки в процентах определяется по индикатору прибора И1-9 в положениях от 50 нс до 0,1 мкс переключателя «ВРЕМЯ/ДЕЛ А и Б ВРЕМЯ ЗАДЕРЖ.» в положении «I» переключателя «Растяжка 0,1; 1».

Проверка погрешности коэффициента развертки на 6, 8 и 10 делениях шкалы проводится аналогично.

Сначала проверяется развертка А, а затем — Б.

Для определения погрешности коэффициента развертки на длительностях развертки «0,05 мкс» в положении «I» переключателя «Растяжка 0,1; 1», «0,2; 0,1; 0,05 мкс» в положении «0,1» переключателя «Растяжка 0,1; 1» измеряется при помощи электронно-счетного частотомера ЧЗ-34 частота синусоидального сигнала, подаваемая от генератора Г4-107. Значение подаваемых частот от генератора Г4-107 в положении «I» переключателя «Растяжка 0,1; 1» на длительности «0,05 мкс» — 20 МГц, а в положении «0,1» переключателя «Растяжка 0,1; 1» на длительностях «0,2 мкс» — 50 МГц; «0,1; 0,05 мкс» — 100 МГц. Действи-

тельное значение коэффициента развертки A_d вычисляется по формуле

$$A_d = \frac{1}{f},$$

где A_d — действительное значение коэффициента развертки $\mu\text{s}/\text{дел}$;

f — значение частоты, МГц.

Погрешность коэффициента развертки δ_A в процентах вычисляется по формуле

$$\delta_A = \frac{A_{\text{ном}} - A_d}{A_{\text{ном}}} \cdot 100,$$

где $A_{\text{ном}}$ — номинальное значение коэффициента развертки $\mu\text{s}/\text{дел}$.

Результат проверки считается удовлетворительным, если погрешность коэффициентов разверток А и Б не превышает $\pm 1\%$ а при использовании множителя развертки — не более $\pm 2\%$.

Примечание. Допускается отсутствие развертки Б на экране ЭЛТ в положениях шкалы «МНОЖ. ЗАДЕРЖ.» от отметки «0» до «0,40».

13.3.3.4. Определение параметров переходной характеристики.

Проверка времени нарастания (t_n , рис. 45) переходной характеристики каналов I и II вертикального усилителя производится во всех калиброванных положениях переключателя.

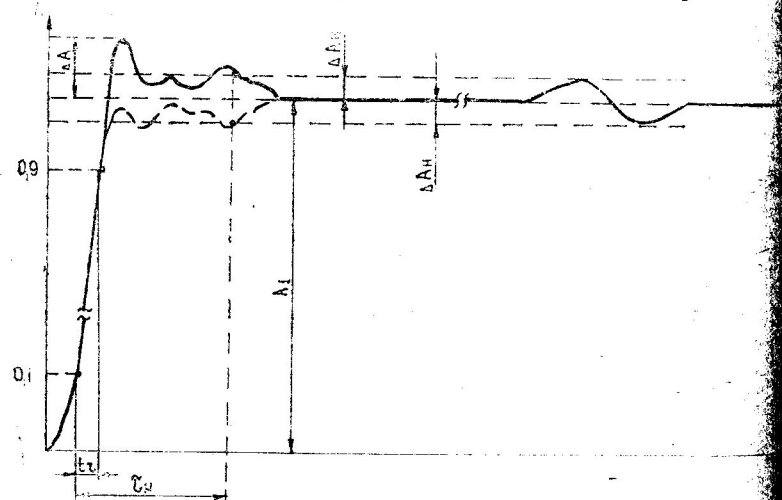


Рис. 45

«V/ДЕЛ.» путем поочередной подачи на вход каналов I и II испытательного импульса (длительностью не менее 35 нс) от генератора TR-0306.

Проверка проводится импульсами положительной или отрицательной полярности.

Амплитуда изображения импульса на экране ЭЛТ устанавливается 6 делений (48 мм). Время нарастания переходной характеристики измеряется как время нарастания изображения импульса от уровня 0,1 до уровня 0,9 его амплитуды.

Измерение производится в положении «0,05 μs » переключателя «ВРЕМЯ/ДЕЛ. А и Б ВРЕМЯ ЗАДЕРЖ.» при включенном множителе развертки переключатель «РАСТЯЖКА 0,1, 1» в положении «0,1» и в положении «ПОЛНАЯ» тумблера «ПОЛОСА».

Время нарастания осциллографа совместно с выносным делителем 1:10 определяется в положении «0,01» переключателя «V/ДЕЛ.» канала I.

Проверка времени нарастания переходной характеристики осциллографа в положении «5 МГц» тумблера «ПОЛОСА» производится в положении «0,2» переключателя «V/ДЕЛ.» канала I с помощью генератора Г5-53, при включенном множителе «x1».

Результат проверки считается удовлетворительным, если время нарастания переходной характеристики не превышает:

- 3,5 нс во всех положениях переключателя «V/ДЕЛ.»;
- 5 нс для прибора с делителем 1:10 И22.727.057 в положениях «2», «5» переключателя «V/ДЕЛ.»;
- 4,5 нс для прибора с делителем 1:10 И22.727.057 в остальных положениях переключателя «V/ДЕЛ.»;
- 70 нс в положении «5 МГц» переключателя «ПОЛОСА».

Проверка времени установления (t_u , рис. 45) переходной характеристики тракта вертикального отклонения производится во всех калиброванных положениях переключателей «V/ДЕЛ.» путем поочередной подачи на вход каналов I, II от генератора TR-0306 испытательного импульса (длительностью не менее 7,5 нс) положительной или отрицательной полярности амплитудой изображения 4 деления (32 мм).

Время установления переходной характеристики измеряется как временной интервал от уровня 0,1 амплитуды импульса до момента, когда значение переходной характеристики после выброса достигает допустимой величины неравномерности вершины.

Измерение следует вести при длительности развертки 0,05 $\mu\text{s}/\text{дел}$ при включенном множителе развертки в положении «ПОЛНАЯ», тумблера «ПОЛОСА».

Результат проверки считается удовлетворительным, время установления переходной характеристики не превышает 15 нс.

Проверка величины выброса (δ_v рис. 45) на переходной характеристике каналов I и II производится во всех калиброванных положениях переключателей «V/ДЕЛ» путем поочередной подачи на вход каналов I и II от генератора TR-0306 испытательного импульса (длительностью не менее 35 нс) положительной или отрицательной полярности.

Величина изображения амплитуды импульса на экране устанавливается 4 деления (32 мм).

Величина выброса δ_v в процентах определяется по формуле

$$\delta_v = \frac{\Delta A}{A_1} \cdot 100,$$

где: ΔA — значение выброса как превышение над установленным значением переходной характеристики;
 A_1 — установившееся (амплитудное) значение переходной характеристики в мм.

Величина выброса с выносным делителем 1:10 И22.72 определяется в положениях «0,02», «0,05», «0,1» переключателя «V/ДЕЛ» канала I.

Результат проверки считается удовлетворительным, величина выброса не превышает 8%, а с выносным делителем 1:10 — 10%.

Проверка неравномерности (δ_n рис. 45) вершины переходной характеристики каналов I и II производится во всех калиброванных положениях переключателя «V/ДЕЛ» путем поочередной подачи от генератора TR-0306 на входы каналов испытательного импульса (длительностью не менее 87,5 нс) положительной или отрицательной полярности.

Амплитуда изображения импульса на экране ЭЛТ устанавливается 4 деления (32 мм). Переключатель «ВРЕМЯ/А и Б ВРЕМЯ ЗАДЕРЖ.» устанавливается в положение «мс», переключатель «РАСТЯЖКА 0,1; 1» — в положение «0,1».

Тумблер «ПОЛОСА» находится в положении «ПОЛН». Измерение производится на участке вершины переходной характеристики, расположенного после временного интервала соответствующего допустимому времени установления (15 нс) переходной характеристики по шкале на экране ЭЛТ при максимальном усилении и яркости луча, удобной для проведения измерений.

Значение неравномерности δ_n , выраженное в процентах

установившегося значения переходной характеристики, рассчитывается по формуле:

$$\delta_n = \frac{\Delta A_n}{A_1} \cdot 100, \quad (5)$$

где ΔA_n — максимальное отклонение от установившегося значения переходной характеристики, мм или В;

A_1 — установившееся значение переходной характеристики, мм или В.

Результат проверки считается удовлетворительным, если значение неравномерности δ_n после времени установления переходной характеристики (15 нс) не превышает 2%.

Проверка величины спада ($\delta_{сп}$, рис. 46) установившегося значения переходной характеристики производится при закрытом входе (переключатель « ∞ , $\perp$, ∞ » в положении « ∞ ») усилителей каналов I и II путем подачи на проверяемый канал импульсов длительностью не менее 10 мс и частотой следования 50 Гц от генератора Г5-53. Величина изображения импульса при положении «0,2» переключателя «V/ДЕЛ.» устанавливается равной 4 деления (32 мм).

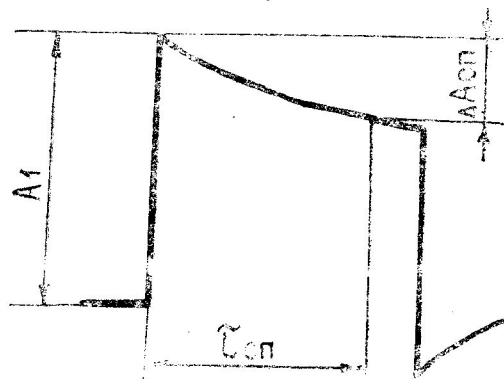


Рис. 46.

Величина спада вершины $\delta_{сп}$ в процентах рассчитывается по формуле:

$$\delta_{сп} = \frac{\Delta A_{сп}}{A_1} \cdot 100, \quad (6)$$

где $\Delta A_{сп}$ — спад вершины, мм или В;

A_1 — установившееся значение переходной характеристики, мм или В.

Результат проверки считается удовлетворительным, если величина спада не превышает 10% на длительности ($\tau_{сп}$)

13.4. Оформление результатов поверки

Результат первичной поверки при выпуске из производства и ремонта осциллографов оформляют отметкой в форме И22.044.078 ФО.

На осциллографы, признанные годными при поверке в Госстандарта СССР, выдают свидетельство установленной формы.

Результаты периодической ведомственной поверки оформляют документом, составленным ведомственной метрологической службой.

Осциллографы, не удовлетворяющие требованиям раздела технического описания, к выпуску и применению не допускаются.

14. ПРАВИЛА ХРАНЕНИЯ

14.1. Кратковременное хранение.

Гарантийный срок кратковременного хранения 6 месяцев со момента отгрузки приборов потребителю, в том числе в упаковке и 12 месяцев для приборов с приемкой заказчика.

Приборы, предназначенные для кратковременного хранения, должны храниться в следующих условиях:

— в неотапливаемых хранилищах при температуре воздуха от минус 50°C до +60°C, относительной влажности воздуха до 95% при температуре +30±2°C и ниже без конденсации влаги;

— в отапливаемых хранилищах при температуре воздуха от +5°C до +40°C, относительной влажности воздуха до 80% при температуре +25°C и ниже без конденсации влаги.

14.2. Длительное хранение.

Приборы должны допускать длительное хранение в отапливаемых хранилищах в следующих условиях:

— температура воздуха от +5°C до +40°C;

— относительная влажность воздуха до 80% при температуре +25°C и ниже без конденсации влаги.

Срок хранения прибора не менее 10 лет.

Приборы, предназначенные для хранения, помещают в укладочные ящики. На каждом ящике делается соответствующая надпись для распознавания прибора на складах.

Все придаваемые к прибору части должны быть с наклейками и ярлыками и укладываться в одном ящике с прибором,

14.3. Консервация прибора.

Если предполагается, что прибор долгое время не будет находиться в эксплуатации, требуется обязательная его консервация с последующей переконсервацией через каждые 12 месяцев хранения.

Консервация прибора производится в следующем порядке:

а) очистите прибор и ЗИП от пыли и грязи. Если прибор до этого подвергался воздействию влаги, он должен просохнуть в лабораторных условиях в течение двух суток;

б) вилки, розетки, разъемы шнуров питания и кабелей зачистите в промасленную бумагу и обвяжите ниткой;

в) металлические движущиеся части прибора смажьте смазкой ЦИАТИМ-201 ГОСТ 1341-74;

г) электрические контакты не смазывать;

г) поместите прибор в укладочный ящик и опломбируйте его.

На каждой упаковке сделайте соответствующую надпись для распознавания прибора на складах.

После длительного хранения осмотрите и очистите прибор от предохранительной смазки и пыли. Зачистите и покройте защитным лаком места коррозии.

При длительном хранении прибор необходимо включать в сеть не реже одного раза в год в течение 2-х часов, в связи с применением конденсаторов типа К50-20.

15. ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ

Тара, упаковка и маркирование 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 + (15—35)°C. Прибор, подлежащий упаковке, не должен иметь поврежденных антикоррозионных покрытий, должен быть чистым и при необходимости обработан предохраняющими материалами (смазка, нанесение пленок и т. п.). Прибор, подготовленный к упаковке, укладывается в укладочный ящик. Запасные части или принадлежности, подготовлен-

ные к упаковке, помещаются в картонную коробку или из растительного пергамента и укладываются в гнезда зашнурованного ящика.

Эксплуатационная документация помещается в чехол из полиэтиленовой пленки.

После укладки прибора и ЗИП укладочный ящик плотируется.

На укладочном ящике должен быть нанесен опознавательный знак, в котором указывается шифр прибора и заводской номер, а также масса.

Для транспортирования укладочный ящик с прибором помещается в чехол из полиэтиленовой пленки, а затем в тарный ящик. Между стенками тарного ящика и укладочным ящиком помещаются подушки из гофрированного картона. Тарный ящик пломбируется, торцы ящика обтягиваются стальной проволокой, края которой скрепляются в замок. На тарном ящике должны быть предупредительные и опознавательные знаки: наименование грузополучателя, место назначения, вес нетто и брутто.

Условия транспортирования.

Прибор должен транспортироваться в следующих условиях:

— температура окружающей среды от минус 50°C до +60°C.

— максимальная влажность воздуха 95% при температуре до +30°C ± 2°C.

Прибор должен допускать транспортирование всеми видами транспорта (за исключением авиационного, в негерметизированных отсеках) в тарном ящике совместно с укладочным ящиком при условии защиты от прямого воздействия атмосферных осадков и пыли.

Не допускается хранение приборов. Упаковка прибора должна производиться таким образом, чтобы он не мог повредиться при изменении положения тары (за исключением перемещения на амортизаторах или демпфирующих подушках).

СХЕМЫ РАСПОЛОЖЕНИЯ ОСНОВНЫХ УСТАНОВОЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ПРИБОРА

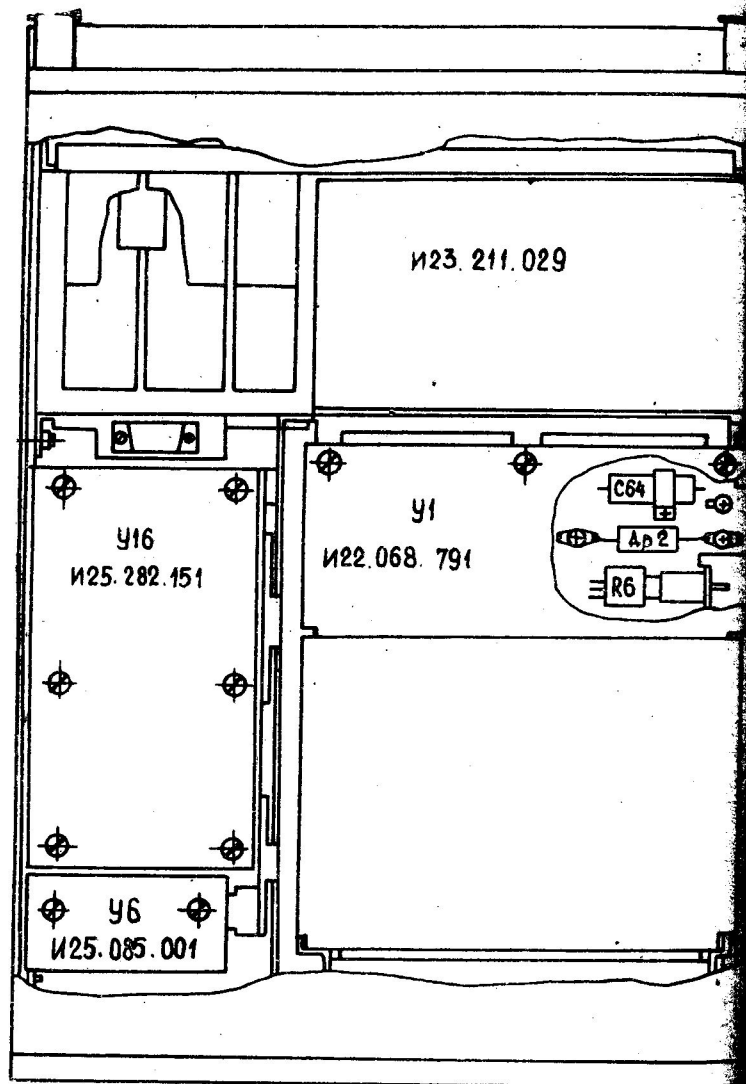


Рис. 4. Схема расположения установочных элементов и печатных элементов в приборе С1-79 (вид снизу).

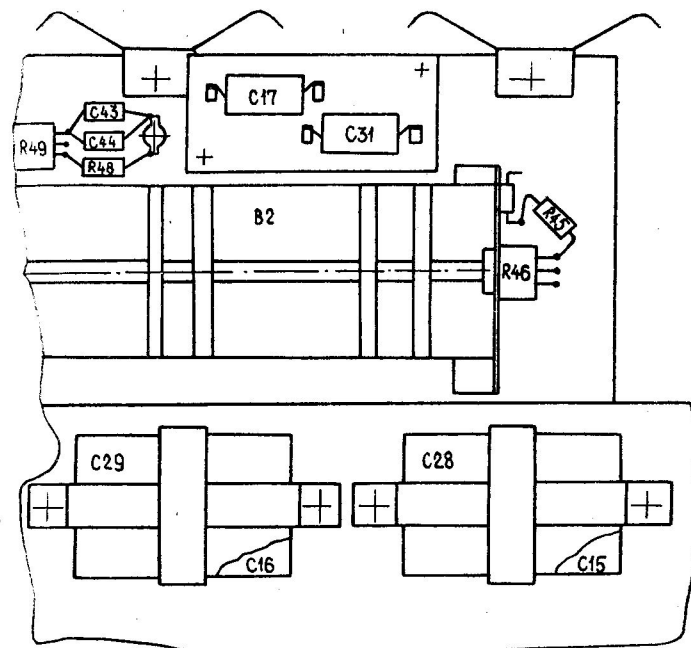


Рис. 5. Схема расположения установочных элементов в приборе С1-79 (вид на продольную стенку).

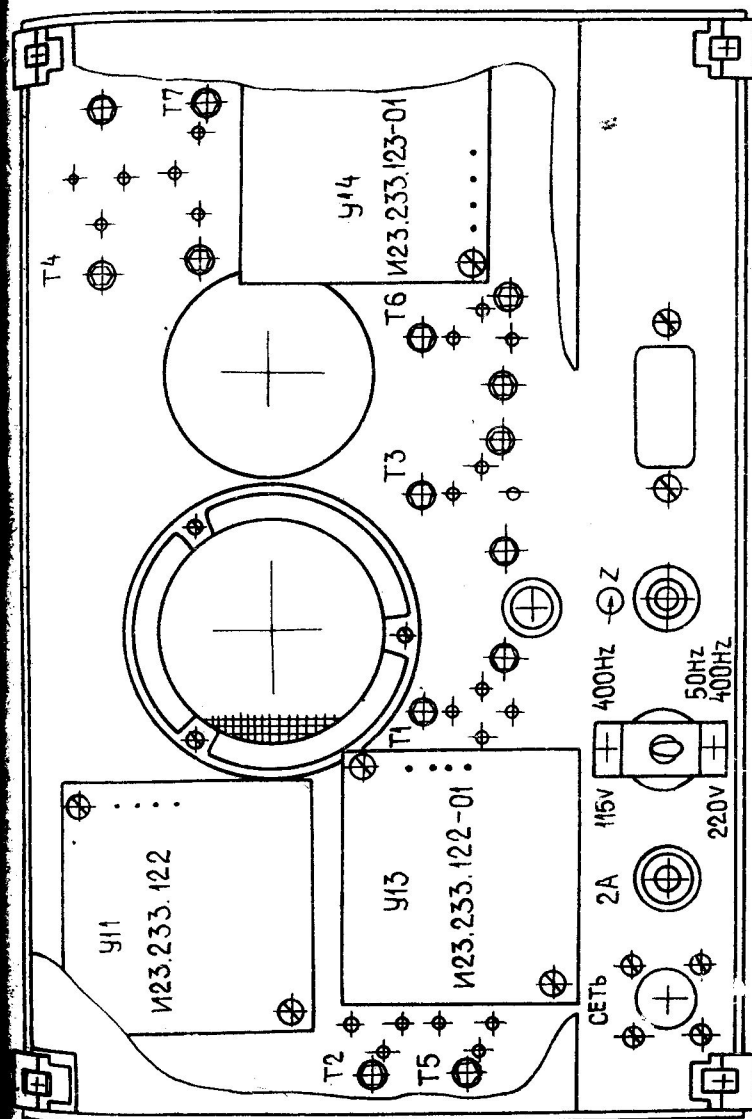
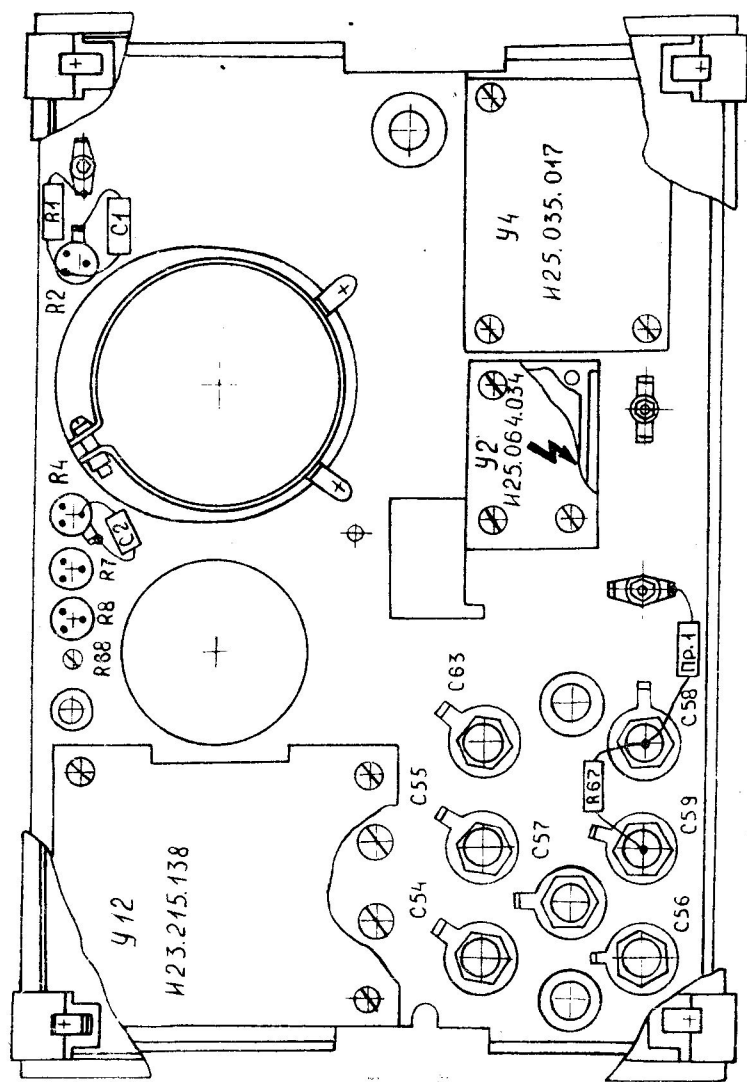


Рис. 7. Схема расположения установочных элементов и печатных плат на задней стенке прибора С1-79.

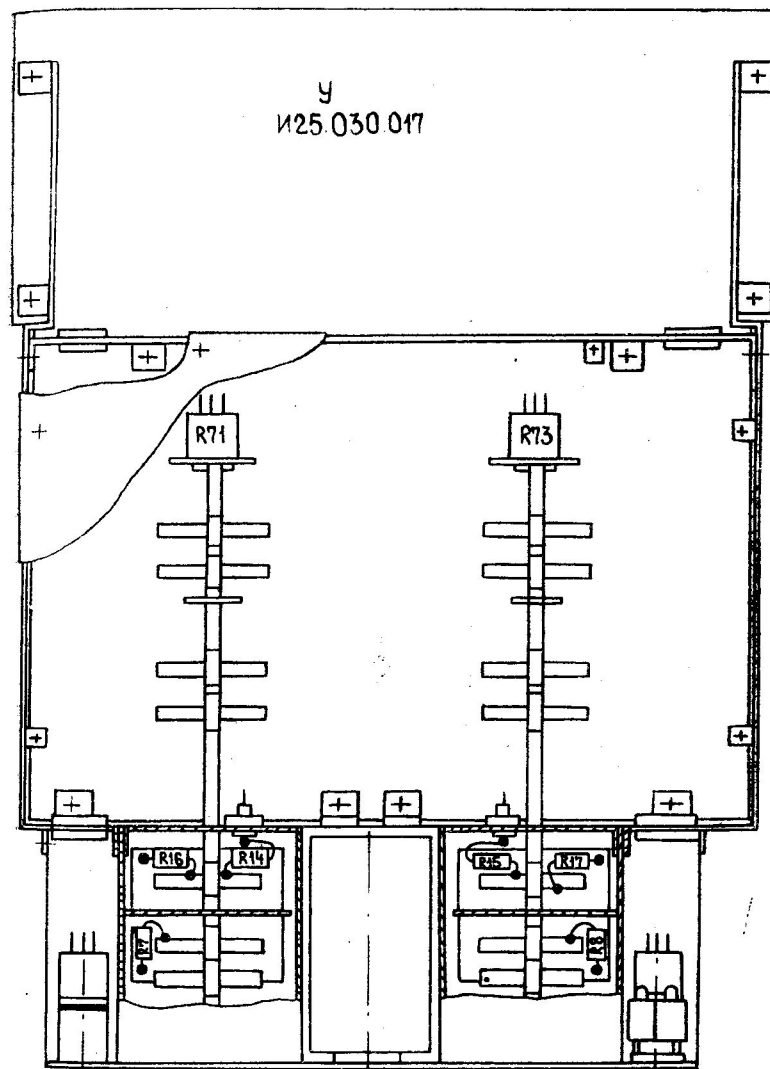
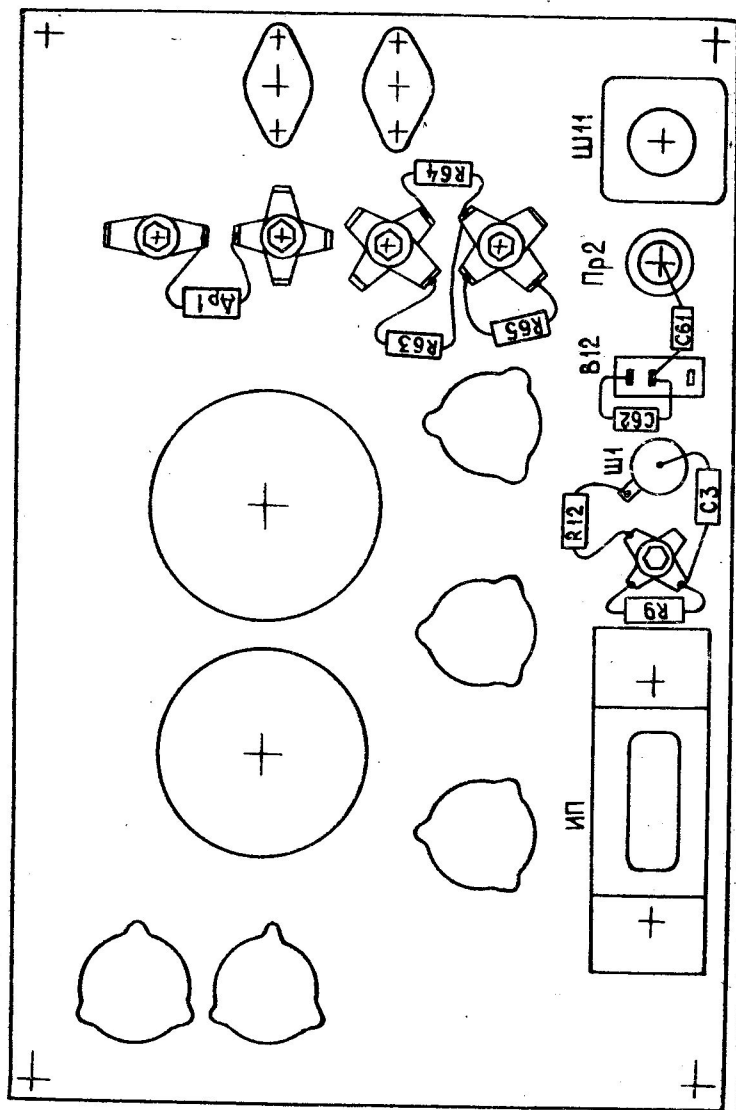


Рис. 9. Схема расположения установочных и навесных элементов в блоке вертикального отклонения И22.068.791. (вид сверху).

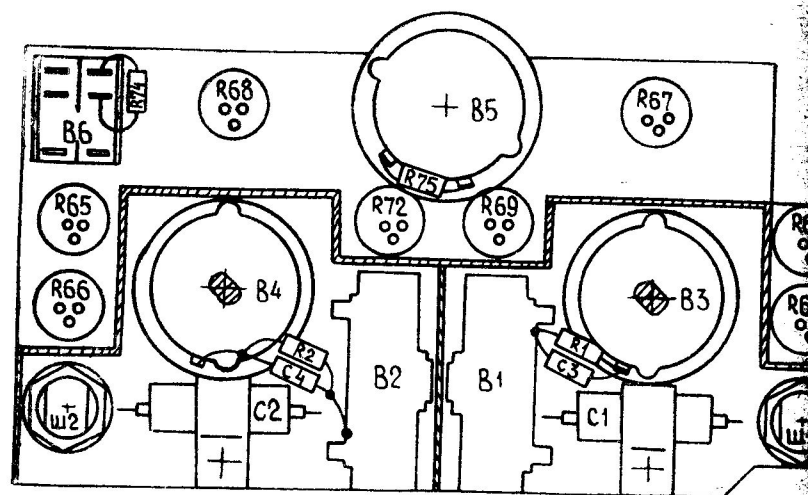


Рис. 10. Схема расположения установочных и навесных элементов на передней панели блока вертикального отклонения И22.068.79 (вид сзади).

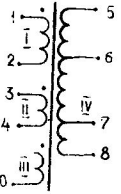
ДАННЫЕ ТРАНСФОРМАТОРОВ И ИНДУКТИВНОСТЕЙ

Трансформатор И24.702.213

Схема обмотки	Номер обмотки	Номер вывода	Напряже- ние В		Ток, А		Марка и диаметр провода	Количество витков	Частота Гц
			U _{x/x}	U _{нагр.}	I _{x/x}	I _{нагр.}			
	I	1—2	115	115	0,1	1,25	ПЭТВ 0,69	465	400
		1—3	220	220	0,15	0,65	ПЭТВ 0,51	890	50, 400
	II	4	—	—		—		Ф. слой	
	III	5—6	42	39		0,1	ПЭТВ 0,23	170	
	IV	8—9	89,5	83,5		0,65		362	
	V	10—11	15,1	14		0,6	ПЭТВ 0,55	61	
		11—12	15,1	14				61	
	VI	13—14	18,3	17		0,75		74	
		14—15	18,3	17			ПЭТВ 0,55	74	
	VII	16—17	29,42	27		0,25		119	
		17—18	29,42	27				119	
	VIII	19—20	6,68	6,3		0,3	ПЭТВ 0,51	27	

Магнитопровод ШЛ25Х32.9330—0,35

Трансформатор И24.730.284

Схема обмотки	Номер обмотки	Номер вывода	Напряжение В		Ток А		Марка и диаметр провода	Количество витков
			U _x /x	U _{нагр.}	I _x /x	I _{нагр.}		
	I	1—2	9,6	9,6	0,35	0,6	ПЭТВ 0,41	4
	II	3—4	2,4	2,4			фольга М1 0,05	1
	III	0	—	—				1
	IV	5—6	163	160			ПЭТВ/К 0,1	67
		6—7	1130	1110				470
		5—8	1320	1300				550

Сердечник М1000НН-5 17×22.
Сердечник М1000НН-5 22×9×55.

Трансформатор И24.770.124 Сп

Сердечник М2000 НМ1-15 К10×6×3-1

Номера выводов	Количество витков	L, мкГн	Провод	Ураб. пост. В	Электрическая схема
1—2	5	—	ПЭТВ 0,31 мм	10	
3—4	10	67,8±20%			

Трансформатор И24.770.123 Сп

Сердечник М2000 НМ1-17 К10×6×3-1

Номера обмоток	Номера выводов	Индуктивность, мкГн	Количество витков	Ураб. В	i, кГц	Провод	Коэффициент трансформации $\frac{U_3}{U_1}$	Электрическая схема
I	1—2	10,9	3	1	100	ПЭТВ 0,51 мм	1	
II	3—4	10,9	3	1				

Катушка отклоняющая И24.769.001

Номера выводов	Количество витков	Провод	Выводы	Сопротивление КОМ	Электрическая схема
1—2	4000	ПЭТВ 0,12 мм	МГТФ 0,14	1,45±2%	

Катушка отклоняющая И24.769.000

Номера выводов	Количество витков	Провод	Выводы	Сопротивление, КОМ	Электрическая схема
1—2	4600	ПЭТВ 0,12 мм	МГТФ 0,14	1,32±2%	

Индуктивность И24.777.325

Резистор ОМЛТ-0,25-1 ком±10%

Номера выводов	Количество витков	Провод	f МГц	Q	L мкГн	Ураб. В	Электрическая схема
1—2	8,5	ПЭТВ 0,18 мм	—	—	0,12	0,6	
1—3	17				0,35		

Индуктивность И24.775.036 Сп

Резистор ОМЛТ-0,25-270 Ом±10%

Индуктивность, мкГн		Провод	Количество витков	Вид обмотки	Электрическая схема
ном.	доп.				
0,2	±10%	ПЭТВ 0,2 мм	13	Открытая однослойная виток к витку	

Катушка индуктивности И24.777.383-01

Сердечник М2000 НМ1-15 К4×2,5×1,2

Номера выводов	Количество витков	Провод	L, мкГн		f, кГц	Q	Iдоп. А	Uр., В	Электрическая схема
			ном.	доп.					
1—2	8	ПЭТВ 0,31 мм	5	±20%	—	—	0,5	100	

Катушка индуктивности И24.777.381-02

Номера выводов	Индуктивность без сердечника, мкГн	Индуктивность с сердечником, мкГн			f, мГц	Q	Iдоп., А	Количество витков	Провод	Uр., В	Электрическая схема
		выведен- ным не более	введен- ным не менее								
1—2	0,125±10%	—	—	—	—	—	1,5	5	ПЭТВ 0,51 мм	100	

КАРТЫ РАБОЧИХ НАПРЯЖЕНИЙ
И ФОРМЫ СИГНАЛОВ

КАРТА НАПРЯЖЕНИЙ НА ЭЛЕКТРОДАХ ТРАНЗИСТОРОВ

Позицион- ное обозна- чение	Тип транзистора	Напряжение, В			Приме- чение
		коллектор	эмиттер	база	
Усилитель синхронизации (И22.075.013 ЭЗ)					
T1	2Т355А	+11,5	—0,7	0	
T3	2Т312Б	+11,5	—0,7	0	
T4	2Т326А	—9	0	—0,7	
T5	2Т355А	+4,7	—0,7	0	
T6	2Т363А	+0,7	+4	+3,3	
T7	2Т355А	+3,3	—0,7	0	
T10	2Т355А	+0,8	+0,06	+0,78	
T11	2Т363А	—0,01	+4,43	+0,86	
T12	2Т312Б	+12	+6,9	+7,59	
T13	2Т355А	+4,8	+2,3	+3	
T14	2Т355А	+2,3	—0,7	0	
T15	2Т355А	+1,2	—0,7	0	
T16	2Т363А	+3	+4,4	+5,85	
T17	2Т363А	—2,8	+5,8	+7	
T18	2Т355А	+12,6	+1,2	+1,2	
T19	2Т326Б	+1,6	+11,3	+12	
T21	2Т355А	+11,3	+1,2	+19	
T22	2Т355А	+9,8	0	+0,7	
Усилитель У предварительный (И25.030.017 ЭЗ)					
T3	2Т355А	+9	+0,87	+1,65	
T4	2Т355А	+9	+0,9	+1,6	
T5	2Т355А	—0,7	—5,83	—5,16	
T6	2Т355А	+3,64	+0,2	+0,9	
T7	2Т355А	+3,65	0	+0,9	
T8	2Т363А	+1,5	+3,54	+2,73	
T9	2Т363А	+1,5	+3,55	+2,73	
T11	2Т355А	+3,73	+0,8	+1,3	
T12	2Т355А	+3,74	+0,8	+1,3	
T13	2Т312Б	+5,32	0	+0,66	
T14	2Т363А	+0,89	+3,59	+2,78	

Позицион- ное обозна- чение	Тип транзистора	Напряжение, В		
		коллектор	эмиттер	база
T15	2T363A	+0,89	+3,59	+2,78
T16	2T355A	+2,87	+0,18	+0,89
T17	2T355A	+2,87	+0,18	+0,89
T18	2T355A	+4,14	-0,52	+0,18
T19	2T355A	+4,19	-0,51	+0,18
T23	2T355A	+9	+0,91	+1,59
T24	2T355A	+9	+0,88	+1,56
T25	2T355A	-0,46	-5,73	-5,06
T26	2T355A	+3,79	+0,21	+0,91
T27	2T355A	+3,78	+0,21	+0,88
T28	2T363A	+1,5	+3,69	+2,87
T29	2T363A	+1,5	+3,69	+2,87
T31	2T355A	+3,2	+0,8	+1,2
T32	2T355A	+3,2	+0,8	+1,2
T33	2T312B	+6,2	0	+0,67
T34	2T363A	+0,88	+2,9	+3,86
T35	2T363A	+0,89	+2,9	+3,86
T36	2T363A	+0,88	+2,9	+2,37
T37	2T363A	+0,89	+2,9	+2,37
T38	2T355A	+2,65	+0,15	+0,88
T39	2T355A	+2,65	+0,16	+0,89
T41	2T363A	+1,8	+4,46	+3,67
T42	2T363A	+1,8	+4,47	+3,67
T43	2T363A	+0,42	+3,59	+3,18
T44	2T363A	+0,43	+3,59	+3,18
T45	2T363A	+0,43	+3,67	+3,24
T46	2T363A	+0,45	+3,66	+3,24
T47	2T355A	+3,7	+1,5	+1,9
T48	2T355A	+3,7	+1,5	+1,9
T49	2T355A	+4,31	-0,24	+0,45
T51	2T355A	+4,33	-0,25	+0,43
T52	2T355A	+4,45	-0,24	+0,43

Позицион- ное обозна- чение	Тип транзистора	Напряжение, В			Приме- чание
		коллектор	эмиттер	база	
T53	2T355A	+4,46	-0,24	+0,45	
T54	2T363A	0	+3,7	+3,45	
T55	2T363A	-0,06	+3,7	+3,45	
T56	2T363A	+0,27	+4,32	+3,51	
T57	2T363A	+0,27	+4,32	+3,51	
T58	2T363A	-0,06	+4,31	+3,51	
T59	2T363A	0	+4,33	+3,51	
T61	2T312B	+3,22	+1,47	+1,86	
T62	2T312B	+1,94	-0,6	-7	
T63	2T312B	+3,13	+1,51	+1,9	
T64	2T312B	+0,4	0	+0,63	

Усилитель Y (И25.030.020 ЭЗ)

T1	2T355A	+2,77	-0,42	+0,27
T2	2T355A	+2,77	-0,42	+0,27
T3	2T355A	+7,21	+3,26	+3,97
T4	2T355A	+7,18	+3,26	+3,97
T5	2T355A	+9,47	+6,48	+7,21
T6	2T355A	+9,47	+6,47	+7,18
T7	2T355A	+12,9	+9,85	+10,6
T8	2T355A	+12,9	+9,86	+10,6
T9	2T911B	+26,6	+12,14	+12,8
T11	2T911B	+26,6	+12,1	+12,8
T12	2T911B	+48,3	+26,6	+27,3
T13	2T911B	+48,3	+26,6	+27,3

Усилитель Z (И25.035.017 ЭЗ)

T1	2T312B	+2,42	-0,65	0
T2	2T312B	+8,47	+2,3	+2,93
T3	2T602B	+25,9	+1,63	+2,3
T4	2T602B	+109,4	+25,3	+25,9

Позицион- ное обозна- чение	Тип транзистора	Напряжение, В			Примечание
		коллектор	эмиттер	база	

Усилитель X (И25.035.018 ЭЗ)

T1	2T312Б	+9	-0,63	0	
T2	2T312Б	+9,17	-0,63	0	
T3	2T363А	+1,03	+9,76	+9	
T4	2T363А	+1,03	+9,94	+9,17	
T5	2T363А	-3,65	+0,77	0	
T6	2T363А	-3,61	+0,77	0	
T7	2T326Б	-9,03	-2,92	-3,65	
T8	2T326Б	-9,06	-2,9	-3,61	
T9	2T602Б	+58,8	-3,55	-2,92	
T10	2T602Б	+61,7	-3,55	-2,9	

Генератор развертки Б (И25.081.006 ЭЗ)

T1	2T355А	+11,9	-0,74	0	Вкл на вер «Б»
T3	2T312Б	+11	-0,63	0	
T4	2T326Б	-9,63	+9,6	+8,92	
T5	2T355А	+3,09	-0,73	-0,03	
T7	2T363А	+0,73	+3,91	+3,09	
T8	2T355А	+3,89	-0,69	0	
T11	2T355А	+2,86	+0,02	+0,73	
T12	2T363А	+0,7	+3,67	+13,7	
T13	2T326Б	-0,6	0	-0,5	
T14	2T326Б	-1,8	+10,3	+11,3	
T15	2T312Б	-0,8	-2	-1,37	
T16	2T312Б	+8,2	-2	-2,54	
T17	2T363А	-3,2	+0,9	+0,1	
T18	2T316Б	-0,39	-1,95	-2,54	
T19	2T326Б	0	+8	+7,5	
T22	2T312Б	+7,5	0	+0,56	
T23	2T326Б	+0,05	+0,7	0	

Позицион- ное обозна- чение	Тип транзистора	Напряжение, В			Примечание
		коллектор	эмиттер	база	

Генератор развертки А (И25.081.007 ЭЗ)

T1	2T312Б	+0,06	0	+0,65	
T2	2T355А	-0,54	0	+12	
T3	2T326Б	0	+0,06	+3,41	
T4	2T312Б	+3,41	0	0	
T5	2T326Б	-0,35	+4,07	+3,43	
T6	2T326Б	+1,05	+4,07	+4,77	
T7	2T326Б	-0,4	0	-0,74	
T8	2T312Б	-0,25	-1,27	-0,82	
T9	2T312Б	-1,27	-2,74	-2,21	
T11	2T312Б	+10,15	-2,74	-2,43	
T12	2T326Б	-2,57	+10,3	+11,3	
T13	2T326Б	0	+7,86	+7,13	
T14	2T312Б	-1,55	-2,67	-2,43	
T16	2T312Б	+7,13	0	+0,61	
T17	2T326Б	+0,05	+0,71	0	
T18	2T312Б	+17,2	+7,64	+7,13	
T19	2T326Б	+9	+15,9	+17,2	
T21	2T326Б	+11	+15,9	+16,31	
T22	2T312Б	+7,69	-0,64	0	
T23	2T312Б	+16,31	+7,74	+8,31	
T24	2T326Б	0	+11	+11	
T25	2T326Б	+2,6	+3,96	+3,18	
T26	2T326Б	-0,4	+3,96	+3,77	

И22.044.072 ЭЗ

T1	2T903Б	+6	0	+0,5	
T2	П701А	+13	+8	+8,5	
T3	2T903Б	+18	+12	+12,5	
T4	П701А	+100	+80,6	+81	
T5	П701А	+102	+100,3	+100,6	
T6	2T808А	+102	+100	+100,3	
T7	2T808А	+100	+80,3	+80,6	

Позицион- ное обозна- чение	Тип транзистора	Напряжение, В			Примечание
		коллектор	эмиттер	база	
Преобразователь высоковольтный (И23.211.029 ЭЗ)					
T1	2T808A	+27	+0,73	+1,5	
Стабилизатор (И23.233.123-01 ЭЗ)					
T1	П308	+100	+81	+81	
T2	П308	+81,5	+80	+80,2	
T3	П308	+81,5	+18	+18,5	
Усилитель (И22.032.098 ЭЗ)					
T1	П308	+0,6	-9,6	-9,2	
T2	П308	+0,6	-9,8	-9,6	
T3	П308	+1,3	+0,3	+0,6	
T4	2T602Б	+12	+1	+1,3	

КАРТА НАПРЯЖЕНИЙ НА ЭЛЕКТРОДАХ ПОЛЕВЫХ ТРАНЗИСТОРОВ

Позицион- ное обозна- чение	Тип транзистора	Напряжение, В			Приме- чение
		сток	исток	затвор	
Усилитель синхронизации (И22.075.013 ЭЗ)					
	2П303Е	+10,6	+0,9	0	
	2П303Е	+9,05	+0,98	0	
	2П303Е	+9,05	+1,3	0	
Усилитель У предварительный (И25.030.017 ЭЗ)					
	2П303Е	+10,5	+1,4	0	
	2П303Е	+10,5	+1,41	0	
	2П303Е	+11	+1,59	0	
	2П303Е	+11	+1,56	0	
Генератор развертки Б (И25.081.006 ЭЗ)					
	2П303Е	+10,4	+0,79	0	Включе- на раз- вертка «Б»
	2П303Е	+9,02	+1,56	0	
	2П303Е	+9,02	+1,55	-0,05	
	2П303Е	+9,95	+0,63	-0,39	
Генератор развертки А (И25.081.007 ЭЗ)					
	2П303Е	+11,6	-0,62	-1,53	

Таблица 10

НАПРЯЖЕНИЕ НА ЭЛЕКТРОДАХ МИКРОСХЕМ

Позиционное напряжение	Тип	Номера выводов												Примечание	
		Напряжение, В													
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		13

Усилитель синхронизации (И22.075.013 ЭЗ)

V	ИНТ591Б		+4,7	+1,5	+0,8		+0,8	+1,5	+3,3						
---	---------	--	------	------	------	--	------	------	------	--	--	--	--	--	--

Генератор развертки Б (И25.081.006 ЭЗ)

V	ИНТ591Б		+3,1	+1,6	+0,8		+0,8	+1,6	+3,9						
---	---------	--	------	------	------	--	------	------	------	--	--	--	--	--	--

Калибратор (И25.085.001 ЭЗ)

V	ИУТ402		-9,8	-8,6		+0,53		+11,5	+8,2	+0,2	+0,1	+8,1	+9,4		
---	--------	--	------	------	--	-------	--	-------	------	------	------	------	------	--	--

Стабилизатор (И23.233.122 ЭЗ) (У11)

VI	2ТС613А	-10	+1	-10,3		+1	+6	+0,5	-6	0	-6,5		-6	+1	-6,5
----	---------	-----	----	-------	--	----	----	------	----	---	------	--	----	----	------

Стабилизатор (И23.233.122-01 ЭЗ) (У13)

VI	2ТС613А	0	+13	+0,3		+13	+18	+12,5	+6	+12	+5,5		+6	+13	+5,5
----	---------	---	-----	------	--	-----	-----	-------	----	-----	------	--	----	-----	------

Таблица 11

КАРТА НАПРЯЖЕНИЙ НА ЭЛТ (Л1)

Номера выводов	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Напряже- ние, В	6,3	-2000	-2100	-1700	+70	-	+30	-	+50	-	-	-	-	6,3

А+12000 В.

Примечания:

1. Напряжения, приведенные в табл. 11, измеряются относительно корпуса прибора, кроме контакта 1 ЭЛТ, которое измерено относительно контакта 14.
2. Напряжения до 1 кВ измеряются цифровым вольтметром В7-16, а напряжения более 1 кВ — киловольтметром С50.
3. Контакты 1 и 14 на ЭЛТ (Л1) находятся под потенциалом минус 2000 В.

РЕЖИМЫ КОНТРОЛЬНЫХ ТОЧЕК НА ПЕЧАТНЫХ ПЛАТАХ

Номера контрольных точек	Напряжение, В	Примечание
И22.075.013		
Гн.1	0	
Гн.2	$-0,3 \div +0,3$	
Гн.3	$-0,3 \div -0,9$	
Гн.4	$-0,3 \div +0,3$	
Гн.5	0	
Гн.6	$+0,5 \div +1,3$	
Гн.7	$-0,1 \div +0,4$	
Гн.8	$+0,5 \div +1,3$	
Гн.9	$+3,8 \div +6,0$	
Гн.10	$-1,0 \div -3,8$	
Гн.11	$+0,7 \div +1,4$	
И25.030.017		
Гн.1	$+0,75 \div +1,7$	
Гн.2	$+0,1 \div +1,0$	
Гн.3	$+0,1 \div +1,0$	
Гн.4	$+1,1 \div +1,6$	
Гн.5	$+1,1 \div +1,6$	
Гн.6	$+5,0 \div +8,0$	
Гн.7	$0 \div +0,7$	
Гн.8	$+0,5 \div +1,2$	
Гн.9	$+0,5 \div +1,2$	
Гн.11	$+0,9 \div +2,4$	
Гн.12	$+0,4 \div +1,7$	
Гн.13	$+0,4 \div +1,7$	
Гн.14	$+1,0 \div +1,7$	
Гн.15	$+1,0 \div +1,7$	
Гн.16	$+3,0 \div +4,4$	
Гн.17	$+2,0 \div +2,9$	
Гн.18	$+0,6 \div +1,2$	
Гн.19	$+0,6 \div +1,2$	
Гн.21	$+1,4 \div +2,2$	
Гн.22	$+1,4 \div +2,2$	

Номера контрольных точек	Напряжение, В	Примечание
Гн.23	$+0,3 \div +0,7$	
Гн.24	$+0,3 \div +0,7$	
Гн.25	$-0,3 \div +0,3$	
Гн.26	$-0,1 \div +0,4$	
Гн.27	$+0,2 \div +0,6$	
Гн.28	$+0,2 \div +0,6$	
Гн.29	$+2,4 \div +3,8$	
Гн.31	$-3,0 \div -8$	
Гн.32	$+2,1 \div +3,8$	
Гн.33	$+0,5 \div +1,2$	
И25.030.020		
Гн.1	$+0,1 \div +0,5$	
Гн.2	$+0,1 \div +0,5$	
Гн.3	$+4,2 \div +7,5$	
Гн.4	$+4,2 \div +7,5$	
И25.035.018		
Гн.1	$+38 \div +68$	
Гн.2	$+55 \div +76$	
Гн.3	$+6,5 \div +9,5$	
Гн.4	$+7,0 \div +10,0$	
Гн.5	$-0,5 \div -2,5$	
Гн.6	$-0,5 \div -2,5$	
Гн.7	$+40 \div +72$	
Гн.8	$+45 \div +70$	
И25.081.006		
Гн.1	0	
Гн.2	$-0,3 \div +0,3$	
Гн.3	$+7,0 \div +10,5$	
Гн.4	$-0,2 \div +0,2$	
Гн.5	$-0,3 \div +0,3$	
Гн.6	$+0,5 \div +1,2$	
Гн.7	$-0,3 \div +0,3$	

Номера контрольных точек	Напряжение, В	Примечание
Гн.8	$\pm 0,4 \div \pm 1,1$	
Гн.9	$-0,3 \div +0,3$	
Гн.10	$+9,0 \div +12$	
	И25.081.007	
Гн.1	0	
Гн.2	$+0,6 \div +1,2$	
Гн.3	$+4,0 \div +6,0$	
Гн.4	$-0,6 \div -2,0$	
Гн.5	$-1,6 \div -2,9$	
Гн.6	$-2,0 \div -3,2$	
Гн.7	$+5,6 \div +7,4$	
Гн.8	$-6,5 \div -8,5$	
Гн.9	$+14 \div +20$	
Гн.10	$+9,0 \div +12,5$	
Гн.11	$+2,5 \div +4,5$	
Гн.12	$-0,6 \div +0,3$	

Таблица 12				
Форма импульсных напряжений на электродах транзисторов				
Поз. обозначение	Коллектор	Эмиттер	База	Примечание
Усилитель Предварительный (И25.030.017 33)				
T3		$+0,8$ $+0,7$	$+1,5$ $+1,4$	Канал "I"
T5	$-0,34$ $-0,39$			Канал "I"
T6	$+3,64$ $+3,61$	$+0,08$ 0	$+0,78$ $+0,7$	Канал "I"
T7	$+3,68$ $+3,65$			Канал "I"
T8	$+1,5$ $+1,47$			Канал "I"
T9	$+1,53$ $+1,5$			Канал "I"

Продолжение табл. 12

Поз. обозна- чение	Коллектор	Эмиттер	База	Примечание
Т11	$+3,77$ $+3,73$	$+0,8$ $+0,77$	$+1,06$ $+1,03$	Канал "I"
Т12	$+3,7$ $+3,66$	$+0,83$ $+0,8$	$+1,13$ $+1,1$	Канал "I"
Т14	$+0,89$			Канал "I"
Т15	$+0,83$			Канал "I"
Т16		$+0,18$	$+0,89$	Канал "I"
Т17		$+0,18$	$+0,89$	Канал "I"
Т18	$+4,14$ $+4,12$	$-0,52$	$+0,18$	Канал "I"

Продолжение табл. 12

Поз. обозна- чение	Коллектор	Эмиттер	База	Примечание
Т19	$+4,22$ $+4,2$	$-0,51$	$+0,18$	Канал "I"
Т23		$+1,01$ $+0,91$	$+1,7$ $+1,6$	Канал "II"
Т25	$-0,42$ $-0,46$			Канал "II"
Т26	$+3,8$ $+3,77$	$+0,29$ $+0,21$	$+1$ $+0,91$	Канал "II"
Т27	$+3,83$ $+3,8$			Канал "II"
Т28	$+1,5$ $+1,47$			Канал "II"
Т29	$+1,58$ $+1,5$			Канал "II"

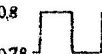
Продолжение табл. 12

Поз. обозна- чение	Коллектор	Эмиттер	База	Примечание
T31	+3,24 +3,2 	+0,8 +0,77 	+1 +0,97 	Канал "II"
T32	+3,2 +3,18 	+0,83 +0,8 	+1,04 +1,01 	Канал "II"
T34	+0,88  5мВ			Канал "II"
T35	+0,9  5мВ			Канал "II"
T36	+0,88  5мВ			Канал "II"
T37	+0,9  5мВ			Канал "II"
T38		+0,15  5мВ	+0,88  5мВ	Канал "II"

Продолжение табл. 12

Поз. обозна- чение	Коллектор	Эмиттер	База	Примечание
T39		+0,16  5мВ	+0,85  5мВ	Канал "II"
T41	+0,7 +0,68 	+4,46 +4,44 		Канал "I"
T42	+0,8 +0,78 	+4,49 +4,47 		Канал "I"
T43	+0,42 +0,4 			Канал "II"
T44	+0,45 +0,43 			Канал "II"
T45	+0,43 +0,41 			Канал "II"
T46	+0,47 +0,45 			Канал "I"

Продолжение табл. 12

Поз. обозначение	Коллектор	Эмиттер	База	Примечание
T47	-3,16 +3,2 	+0,01 +0,04 	+0,7 +0,5 	Канал "I"
T48	+2,8 +2,76 	+0,08 +0,06 	+0,8 +0,78 	Канал "I"
T49	+4,3  15mV	-0,24 -0,26 	+0,45 +0,43 	Канал "II"
T51	+4,3  15mV	-0,23 -0,25 	+0,45 +0,43 	Канал "II"
T52	+4,52 +4,5 	-0,24 -0,26 	+0,45 +0,41 	Канал "I"
T53	+4,5 +4,48 	-0,22 -0,24 	+0,47 +0,45 	Канал "I"
T54	+0,045 0 	+3,3  10mV		Канал "I"

Продолжение табл. 12

Поз. обозначение	Коллектор	Эмиттер	База	Примечание
T55	-0,06 -0,11 	+3,1  10mV		Канал "I"
T56	+0,3 +0,27 	+4,3  5mV		Канал "I"
T57	+0,27 +0,24 	+4,3  5mV		Канал "I"
T58	-0,06 -0,015 	+4,3  15mV		Канал "I"
T59	0,045 0 	+4,3  15mV		Канал "I"
T61	+4,8 +1,6 	+2,2 +0,8 	+2,8 +1,4 	Режим работы "ПРЕР."
T62	-1,2 -8 			Режим работы "ПРЕР"

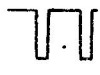
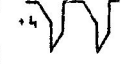
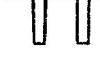
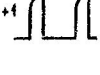
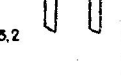
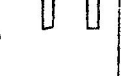
Продолжение табл. 12

Поз. обозна- чение	Коллектор	Эмиттер	База	Примечание
T63	+4,8 +1,6	+2,4 +1	+2,8 +1,4	Режим работы "ПРЕР."
T64	+3,5 -0		+0,7 +0,5	Режим работы "ПРЕР."
Усилитель Y (И25.030.020 Э3)				
T1	+2,86 +2,8	-0,42 -0,45	+0,27 +0,24	
T2	+2,8 +2,74	-0,39 -0,42	+0,3 +0,27	
T3	+7,3 +7,2	+3,3		
T4	+7,2 +7,1	+3,3		

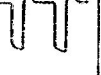
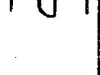
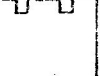
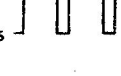
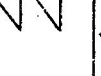
Продолжение табл. 12

Поз. обозна- чение	Коллектор	Эмиттер	База	Примечание
T5	+9,5 +9,4	+6,6 +6,5	+7,3 +7,2	
T6	+9,6 +9,5	+6,5 +6,4	+7,2 +7,1	
T7	+12,9 +12,5	+9,9 +9,89		
T8	+13,3 +12,9	+9,91 +9,9		
T9		+12,1 +11,7	+12,8 +12,4	
T11		+12,4 +12,1	+13,1 +12,8	
T12	+52,8 +48,3			

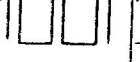
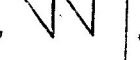
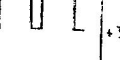
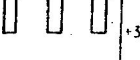
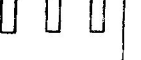
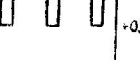
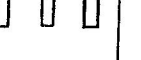
Продолжение табл. 12

Поз. обозна- чение	Коллектор	Эмиттер	База	Примечание
T13	+48,3 +44,8 			
Развертка А (И25.081.007 33)				
T5	+1 -8 	+4,3 +2,5 	+3,4 +3,3 	
T6	+2,5 +0,9 	+4,3 +2,5 	+5 +4 +2 	
T7	0 -4 		0 -1 	
T8	+4 -1 	+0,2 -1,5 		
T9	+0,2 -1,5 	-2,6 -3,2 	-2 -4 	

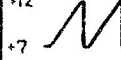
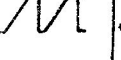
Продолжение табл. 12

Поз. обозна- чение	Коллектор	Эмиттер	База	Примечание
T11	+12 -1 	-2,5 -3,2 	+4 	
T12	-1,5 -4,5 	+12 +4,5 		
T13		+12 +3 	+11 +2 	
T14	-1,5 -1,6 	-2,5 -3 	-2,4 	
T16	+11,5 +2,5 		-1,45 -1,5 	
T17	+0,11 -0,02 	+0,75 +0,7 		
T18	+19 +15,5 	+11 +2 	+11,5 +2,5 	

Продолжение табл. 12

Поз. обозна- чение	Коллектор	Эмиттер	База	Примечание
T19	+16 +6 	+17,5 +16 	+19 +15,5 	
T21	+14,5 +4 	+17,5 +16 	+18 +15 	
T22	+9,5 +8 			
T23	+18 +15 	+9,5 +9 	+10,4 -9,5 	
T24		+12 +4,7 	+11,2 +4 	
T25	-2 -6 	+4,1 +3,9 	+3,4 +3,2 	
T26	-0,4 -0,5 -1,3 	+4,1 +3,9 	+0,4 +0,2 	

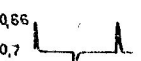
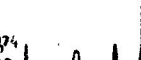
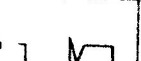
Продолжение табл. 12

Поз. обозна- чение	Коллектор	Эмиттер	База	Примечание
Усилитель X (И25.035.018 93)				
T1	+12 +7 	-0,6 -0,65 	+0,06 -0,03 	
T2	+12 +7 	-0,6 -0,65 		
T3	+1,2 +0,9 	+12 +8 	+12 +7 	
T4	+1,2 +1 	+12 +7,5 	+12 +7 	
T5	-3,5 -3,6 	+0,8 +0,75 		
T6	+3,4 -3,6 	+0,95 +0,8 		

Продолжение табл. 12

Поз. обозначение	Коллектор	Эмиттер	База	Примечание
T7	-8,6 -9 	-2,5 -3 	-3,5 -3,6 	
T8	-8,8 -9 	-2,5 -3 	-3,4 -3,6 	
T9	+2,4 +3,6 	-3,2 -3,4 	-2,5 -3 	
T10	+8,8 +3,0 	-3,2 -3,4 	-2,5 -3 	
Усилитель синхронизации (И22.075.013 33)				
T1		-1,35 -1,4 	+0,1 -0,1 	
T3		+0,3 -0,5 	+1 +0,2 	Подать сигнал калибратора на вход внешней синхронизации отношения 1:1

Продолжение табл. 12

Поз. обозначение	Коллектор	Эмиттер	База	Примечание
T4		+0,2 0 	-0,65 -0,7 	
T5	+4,7 +4,2 	-0,66 -0,7 -0,77 	0 -0,04 -0,07 	
T6	+0,7 +0,55 	+3,8 +3,75 		
T7	+3 +2,9 	+0,74 +0,7 +0,66 		
T10	+4 +2,4 	0 -0,1 	+0,7 +0,55 	
T11	+0,7 0 	+4,5 +3,2 	+4 +2,4 	
T12		+8 +7 		

Продолжение табл. 12

Поз. обозна- чение	Коллектор	Эмиттер	База	Примечание
T13	+7 +6,8 +4,5 +3	+2,2 +2		
T14	+2,2 +2	-0,4 -0,7	+0,34 0 -0,42	
T15	+11,5 +10	-0,4 -0,7		
T16	+1,6 -4,2	+5,2 +4,4	+7 +6,8 +4,5 +3	
T17	-0,1 -2,8	+5,2 +4,4	+4,2 +3,4	
T18	-0,7 -1,3	+0,6 -0,9 -1,3	-0,5 -0,7 -0,8	
T19	+11,2 +10,5	+11 +10,5	+10,5 +10	

Продолжение табл. 12

Поз. обозна- чение	Коллектор	Эмиттер	База	Примечание
T21	+11,2 +10,5	-0,9 -1,3	-0,2 -0,9	
Развертка Б (И25.081.006 33)				
T1		-1,35 -1,4	+0,1 -0,1	
T3		+0,3 -0,5	+1 +0,2	
T4		+0,2 +0	-0,65 -0,7	
T5	+4,7 +4,2	-0,66 -0,7 -0,77	0 -0,04 -0,07	

Продолжение табл. 12

Поз. обозначение	Коллектор	Эмиттер	База	Примечание
T7	+0,7 +0,55	+5,8 +3,75		
T8	+3 +2,9	+0,74 +0,7 +0,66		
T11	+4 +2,4	0 -0,1	+0,7 +0,55	
T12	+0,7 0	+4,5 +3,2	+4 +2,4	
T13	0 -5,5		-0,1 0 -0,8	
T14	-1 -2,5	+13,4 +5,5		

Продолжение табл. 12

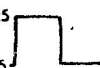
Поз. обозначение	Коллектор	Эмиттер	База	Примечание
T15	0 -1	-1,5 -3	-1 -3,5	
T16	+12 +1	-1,5 -3	-2,4 -2,5	
T17	-2,5 -3 -5,5	+1,4 +0,9 +0,4	+0,6 +0,1 -0,4	
T18	-0,28 -0,32	-1,5 -3	-2,4 -2,5	
T19		+12 +5	+11,2 +4,2	
T22	+11,2 +4,2		+0,7 +0,45	
T23	+0,11 -0,02			

Продолжение табл. 12

Поз. обозначение	Коллектор	Эмиттер	База	Примечание
Усилитель Z (И25.035.017 33)				
T1	+3,6 +2,4 	-0,55 -0,7 		
T2	+9,5 +8 	+3 +2,4 	+4 +3 	
T3	+27,5 +10 	+2,1 +1,5 	+3 +2,4 	
T4	+120 +115 	+26 +8 	+27,5 +10 	
Преобразователь высоковольтный (И23.211.029 33)				
T1	+51 +6 			
Калибратор (И25.085.001 33)				
I	+11,2 +10,5 	+8,5 -2 	+9 -9 	

Таблица 13

Форма импульсных напряжений на электродах полевых транзисторов

Поз. обозначение	Сток	Исток	Затвор	Примечание
Усилитель предварительный (И25.030.017 33)				
T1		+0,1 0 	+1,5 +1,4 	
T21		+0,1 0 	+1,5 +1,4 	
Развертка А (И25.084.007 33)				
T15		-1,45 -1,5 	-1,5 -1,8 	
Усилитель синхронизации (И22.075.013 33)				
T2		+1,8 +0,9 	+1 0 	Подать сигнал от калибратора на внешний вход синхронизации в отношении 1:1.
T8		+1,25 +1,15 	+0,15 -0,1 	

Продолжение табл. 13

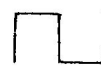
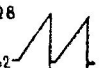
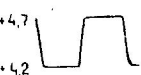
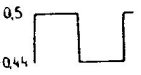
Поз. обозна- чение	Сток	Ноток	Затвор	Примечание
	Развертка Б (И25. 081. 006 33)			
T2		+1,8 +0,9 	+1 0 	
T6		+1,25 +1,15 	+0,15 -0,1 	
T21		+0,7 +0,45 	-0,28 -0,32 	

Таблица 14

Форма импульсных напряжений на элентродах микросхем

Усилитель синхронизации (И22. 075. 013 33)

Поз. обозна- чение	2	3	4	Примечание
У	+4,7 +4,2 	+0,5 +0,44 	+1,25 +1,15 	
	6	7	8	
			+3 +2,9 	

Развертка Б (И25. 081. 006 33)

Поз. обозна- чение	2	3	4	Примечание
У	+4,7 +4,2 	+0,5 +0,44 	+1,25 +1,15 	
	6	7	8	
			+3 +2,9 	

Продолжение табл. 14

Калибратор (И25.085.001 33)				
Поз. обозна- чение	1	2	5	Примечание
У				
	7	8	9	
	10	11	12	

Примечания:

1. Для контроля импульсных напряжений на электродах транзисторов и микросхем используется осциллограф С1-64.

2. На электродах транзисторов и микросхем, напряжение которых не изменяется (постоянно), эиоры напряжений не приводятся.

3. Все напряжения измерены при номинальном значении питающей сети.

4. Значения постоянных и импульсных напряжений могут отличаться от указанных в приложении 3 не более чем на $0,3В \pm 30\%$.

5. При измерении постоянных и импульсных напряжений органы управления прибора необходимо установить в следующие положения:

«У/ДЕЛ.» — в положение «0,5»;

«ПЛАВНО» — в крайнее правое фиксированное положение;

« $\downarrow$ » — установить луч развертки в центре шкалы ЭЛТ;

«ПООЧЕР.; I; ПРЕР.; II; СУММ.» — в положение «ПРЕР.»;

«I; II» — в положение «I, II»;

«ПОЛЯРНОСТЬ» — в положение «+»;

«УРОВЕНЬ» — в среднее положение;

«+, -» — в положение «+»;

« $\sim$; ВЧ; НЧ; $\approx$ » — в положение « $\sim$ ».

«ВНУТР.; СЕТЬ.; 1:1; 1:10» — в положение «ВНУТР.»;

«АВТ.; ВНУТР.; 1:1; 1:10» — в положение «АВТ.»;

«МНОЖ. ЗАДЕРЖ.» — в положение «0,4»;

«А и Б ВРЕМЯ/ДЕЛ. и ВРЕМЯ ЗАДЕРЖ.» — в положение «0,5 mS»;

«ПЛАВНО А» — в крайнее правое фиксированное положение;

«АВТ.; ЖДУЩ.; ОДНОКР.» — в положение «АВТ.»;

«А; Б ПОДСВ. А; Б; ВНЕШ.» — в положение «А»;

«РАСТЯЖКА 0,1; 1» — в положение «1»;

« $\leftarrow \rightarrow$ » — установить начало луча развертки в начале шкалы.