

ОСЦИЛОГРАФ УНИВЕРСАЛЬНЫЙ С1-64



ТЕХНИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ
И ИНСТРУКЦИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

Альбом № 1
(в 2-х частях)

Часть I

1983

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
1. Введение	5
2. Назначение	6
3. Технические данные	6
4. Состав изделия	13
5. Устройство и принцип работы	13
5. 1. Конструкция	13
5. 2. Принцип действия	15
5. 3. Описание электрической схемы прибора	20
5. 4. Назначение органов управления	70
6. Указания мер безопасности	74
7. Подготовка прибора к работе	75
7. 1. Общие положения	75
7. 2. Подготовка к измерениям	76
8. Порядок работы	92
9. Измерение параметров, регулирование и настройка	98
9. 1. Проведение измерений	98
9. 2. Регулирование и настройка	117
10. Проверка осциллографа	131
10. 1. Операции и средства поверки	131
10. 2. Условия проведения поверки и подготовка к ней	133
10. 3. Проведение поверки	133
10. 4. Оформление результатов поверки	144
11. Характерные неисправности и методы их устранения	145
11. 1. Общие указания	145
11. 2. Краткий перечень возможных неисправностей	148
12. Техническое обслуживание	154
12. 1. Общие указания	154
12. 2. Визуальный осмотр	154
12. 3. Внутренняя и внешняя чистка	154
12. 4. Смазка прибора	155
13. Правила хранения	155
13. 1. Кратковременное хранение	155
13. 2. Длительное хранение	155
13. 3. Консервация прибора	156
13. 4. Расконсервация прибора	157
14. Транспортирование	158
14. 1. Тара, упаковка и маркировка	158
14. 2. Условия транспортирования	158
Приложения	158
Карты напряжений	159
Карты импульсных напряжений	161
Данные трансформаторов и индуктивностей	171
Рисунки расположения органов управления и основных элементов	195
Технические характеристики ЭЛТ 11Л01И	205
Перечень принятых сокращений и условных обозначений	214
	215

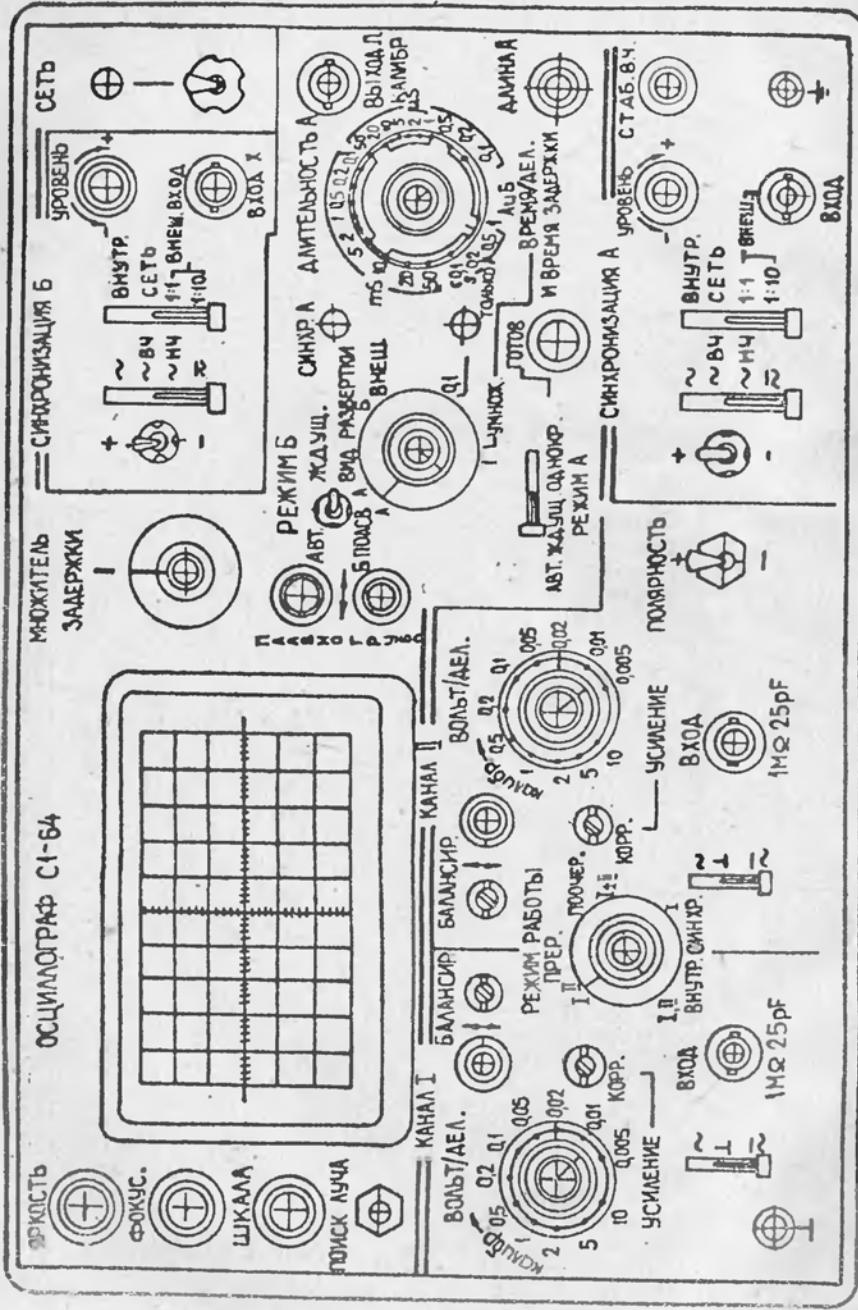


Рис. 1. Передняя панель прибора.

1. ВВЕДЕНИЕ

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

Осциллограф универсальный С1-64 является сложным современным электронным устройством, обеспечивающим сравнительно высокую точность измерений и удобство в работе. Благодаря применению полупроводниковых приборов осциллограф имеет небольшие габариты и малое потребление электроэнергии.

Безотказная работа прибора обеспечивается регулярным техническим обслуживанием. Виды и периодичность работ по техническому обслуживанию изложены в разделе 12.

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

Ремонт прибора должен производиться только лицами, имеющими специальную подготовку, ознакомленными с устройством и принципами работы данного прибора, в условиях специально оборудованных мастерских. В приборе есть напряжения, опасные для жизни, поэтому перед вскрытием и ремонтом прибора следует обязательно ознакомиться с указаниями мер безопасности, изложенными в разделе 6.

Для исключения возможности механических повреждений прибора, нарушения целостности гальванических и лакокрасочных покрытий, следует соблюдать правила хранения и транспортирования прибора, изложенные в разделах 13 и 14.

При эксплуатации прибора в условиях тропического климата рекомендуется эксплуатировать его в помещении с кондиционированием воздуха.

Во влажном тропическом климате, при эксплуатации в комнатах условиях без кондиционирования воздуха, необходимо предварительное дополнительное включение прибора на время не менее двух часов с целью прогрева.

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

ВНИМАНИЕ!

Установка счетчика времени ЭСВ-2,5-12,6/0 позиции ИП1 производится только по особому указанию.

2. НАЗНАЧЕНИЕ

Малогабаритный широкополосный двухканальный полупроводниковый осциллограф универсальный С1-64 предназначен для визуального наблюдения и исследования непрерывных, импульсных и однократных электрических процессов путем:

- измерения амплитуды импульсных сигналов с длительностью от 40 нс до 10 с;
- измерения амплитуды синусоидальных сигналов в диапазоне частот от постоянного тока до 50 МГц;
- измерения временных параметров от 40 нс до 10 с;
- измерения размаха исследуемых сигналов от 10 мВ до 60 В, а с выносным делителем от 100 мВ до 200 В;
- 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 осциллограф соответствует III классу ГОСТ 22737-77.

Рабочие условия эксплуатации прибора:

- температура окружающей среды от минус 5°C до +50°C при относительной влажности (65±15) %;
- максимальная влажность до 95% при температуре (+30±2)°C;
- атмосферное давление (750±30) мм. рт. ст.

Предельные (нерабочие) температуры от минус 50 до +60°C.

3. ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

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

3.2. Ширина линии луча не более 0,8 мм.

3.3. Минимальная частота следования развертки, при которой обеспечивается наблюдение и измерение предельно-быстрого исследуемого сигнала составляет 200 Гц.

3.4. Основная погрешность измерения напряжения не более ±5% при измеряемом размере изображения от 4 до 6 делений

и ±6% при измеряемом размере изображения от 2 до 4 делений.

Погрешность измерения напряжения для прибора с делителем 1:10 И22.727.048 Сп не более ±7% при измеряемом размере изображения от 4 до 6 делений и ±8% при измеряемом размере изображения от 2 до 4 делений.

Погрешность измерения напряжения в рабочих условиях эксплуатации не более ±7,5% при измеряемом размере изображения от 4 до 6 делений и ±10% при измеряемом размере изображения от 2 до 4 делений.

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

3.5. Минимальный коэффициент отклонения при последовательном включении каналов I и II не более 1 мВ/дел.

Коэффициенты отклонения плавно регулируются с перекрытием не менее чем в 2,5 раза.

3.6. Время нарастания переходной характеристики каналов I и II не более:

- 9 нс при коэффициенте отклонения 0,005 В/дел;
- 8 нс при коэффициентах отклонения 0,01 В/дел, 2 В/дел, 5 В/дел, 10 В/дел;

— 7 нс при остальных коэффициентах отклонения;
для прибора с делителем 1:10 И22.727.048 Сп:

- 10,5 нс в положении «0,005» переключателя «ВОЛЬТ/ДЕЛ»;
- 9,5 нс в положениях «0,01», «2», «5», «10» переключателя «ВОЛЬТ/ДЕЛ».

— 8,5 нс в остальных положениях переключателя «ВОЛЬТ/ДЕЛ».

Время нарастания переходной характеристики в режиме суммирования не более 9 нс.

3.7. Выброс на переходной характеристике в каналах I и II не более:

- 5% во всех положениях переключателя «ВОЛЬТ/ДЕЛ»;
- 8% с выносным делителем 1:10 И22.727.048 Сп.

3.8. Неравномерность вершины переходной характеристики каналов I и II после времени установления переходной характеристики равного 40 нс не более ±3%.

3.9. Время установления переходной характеристики тракта вертикального отклонения не более 40 нс.

3.10. Параметры входов:

Для усилителей 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 И22.727.048 Сп (10 ± 1) МОм с входной ёмкостью не более 12 пФ.

Для усилителя горизонтального отклонения: входное активное сопротивление ($1 \pm 0,02$) МОм с входной ёмкостью ($25 \pm 2,5$) пФ, когда используется вход канала I; входное активное сопротивление ($1 \pm 0,2$) МОм с входной ёмкостью не более 35 пФ, когда используется гнездо «ВХОД X».

Для входов внешней синхронизации А и Б; для входа 1:1 — входное активное сопротивление ($1 \pm 0,2$) МОм с входной ёмкостью не более 35 пФ; для входа 1:10 — входное активное сопротивление ($1 \pm 0,2$) МОм с входной ёмкостью не более 25 пФ.

Для входа «Z» — входное активное сопротивление ($47 \pm 9,4$) кОм с входной ёмкостью не более 120 пФ.

3.11. Допускаемое суммарное значение постоянного и переменного напряжений при закрытых входах («~») каналов I и II усилителей вертикального отклонения не должно превышать 150 В, а с делителем 1:10 И22.727.048 Сп — 200 В.

3.12. Пределы перемещения луча по вертикали для каждого канала составляют не менее двух значений номинального вертикального отклонения.

3.13. Основная погрешность измерения временных интервалов в диапазоне от 40 нс до 10 с при измеряемом размере изображения от 4 до 10 делений рабочей части развертки не более $\pm 5\%$.

Погрешность измерения временных интервалов в рабочих условиях эксплуатации не более $\pm 7,5\%$.

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

Примечания:

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

2. Рабочая частью развертки является участок длиной 80 мм от её начала, за исключением начального участка длительностью 40 нс.

3. Длительность развертки А 0,2; 0,5; 1 с/дел являются обзорными.

4. Допускается отсутствие развертки Б на экране ЭЛТ в положениях шкалы «МОЖИТЕЛЬ ЗАДЕРЖКИ» от отметки «0» до «0,40».

3.14. Коэффициенты разверток А и Б плавно регулируются с перекрытием не менее чем в 2,5 раза.

3.15. Пределы перемещения луча по горизонтали обеспечивают совмещение начала и конца рабочей части линии развертки с центром экрана.

3.16. Внутренняя синхронизация разверток А и Б в одноканальном режиме осуществляется:

синусоидальными сигналами в положениях:

— «~» — в диапазоне частот от 30 Гц до 10 МГц при предельных уровнях изображения от минимальной величины сигнала не более 4 мм (0,5 дел.) до максимальной не менее 48 мм (6 дел.); в диапазоне частот от 10 МГц до 50 МГц при предельных уровнях изображения от минимальной величины сигнала не более 8 мм (1 дел.) до максимальной не менее 48 мм (6 дел.);

— «~ ВЧ» — в диапазоне частот от 30 кГц до 10 МГц при предельных уровнях изображения от минимальной величины сигнала не более 4 мм (0,5 дел.) до максимальной не менее 48 мм (6 дел.), в диапазоне частот от 10 МГц до 50 МГц при предельных уровнях изображения от минимальной величины сигнала не более 8 мм (1 дел.) до максимальной не менее 48 мм (6 дел.);

— «~ НЧ» — в диапазоне частот от 30 Гц до 30 кГц при предельных уровнях изображения от минимальной величины сигнала не более 4 мм (0,5 дел.) до максимальной не менее 48 мм (6 дел.);

— «~» — в диапазоне частот от 3 Гц до 10 МГц при предельных уровнях изображения от минимальной величины сигнала не более 4 мм (0,5 дел.) до максимальной не менее 48 мм (6 дел.), в диапазоне частот от 10 МГц до 50 МГц при предельных уровнях изображения от минимальной величины сигнала не более 8 мм (1 дел.) до максимальной не менее 48 мм (6 дел.);

— сигналом питающей сети 50 Гц и 400 Гц;

— импульсными сигналами обеих полярностей длительностью от 10 нс и более при предельных уровнях изображения от минимальной величины сигнала не более 4 мм (0,5 дел.) до максимальной не менее 48 мм (6 дел.). В двухканальном режиме требования к внутренней синхронизации такие же, как и в одноканальном, за следующими исключениями:

— в режиме «ПРЕР.» синхронизация осуществляется только в положении «1» переключателя «ВНУТР. СИНХР.»;

— в режиме «ПООЧЕР.» синхронизация должна быть устойчивой в положении «1» при исследовании синхронных сигналов.

Нестабильность запуска развертки не превышает 0,5 мм.

В диапазоне частот от 30 Гц до 50 МГц при синхронизации развертки А загорается лампочка «СИНХР.А».

3.17. Внешняя синхронизация разверток А и Б осуществляется синусоидальными сигналами в диапазоне частот от 3 Гц до 10 МГц с амплитудой от 0,1 В до 5 В, в диапазоне частот от 10 МГц до 50 МГц с амплитудой от 0,25 В до 5 В, а также импульсными сигналами с длительностями от 10 нс и более с амплитудой от 0,2 В до 5 В.

Нестабильность запуска развертки не превышает 0,5 мм. Диапазон частот внешней синхронизации в различных положениях переключателя выбора режима запуска аналогичен приведенному в п. 3.16.

3.18. Тракт вертикального отклонения обеспечивает следующие режимы работы:

- канал I;
- канал II;
- прерывисто;
- поочередно;
- алгебраическое сложение (I±II)

3.19. Нелинейность отклонения усилителей каналов I и II не превышает 10%.

3.20. Искажения по постоянному току усилителей каналов I и II не более $\pm 3\%$.

3.21. Спад вершины установившегося значения переходной характеристики при закрытом входе каналов I и II не превышает 10% для импульса длительностью 10 мс.

3.22. Параметры, определяющие нестабильность положения луча:

долговременный дрейф нулевой линии усилителей канала I и канала II в течение 1 часа работы после времени установления рабочего режима (15 мин) не превышает 2 делений (16 мм);

кратковременный дрейф нулевой линии усилителей канала I и канала II за любую 1 минуту в течение 1 часа не превышает 0,2 деления (1,6 мм) после времени установления рабочего режима (15 мин).

Смещение луча при изменении напряжения питающей сети не более 0,2 деления (1,6 мм).

3.23. Смещение луча из-за входного тока усилителей каналов I и II не более 1,5 деления (12 мм).

3.24. Периодические и случайные отклонения усилителей каналов I и II не более 2%.

3.25. Смещение луча по вертикалам при изменении полярности исследуемого сигнала в канале II не превышает 1-го деления в центре экрана.

3.26. Коэффициент развязки между каналами I и II не менее 15000 на частоте 20 МГц и 5000 — на частоте 50 МГц.

3.27. Разность фаз между каналами вертикального и горизонтального отклонения (режим X-Y) в полосе частот от 0 до 50 кГц не более 3° .

3.28. Коэффициент ослабления синфазных сигналов не менее 10 на частоте 20 МГц.

3.29. Задержка изображения сигнала в тракте вертикаль-

ного отклонения обеспечивает просмотр фронта исследуемого сигнала на рабочей части развертки.

3.30. Канал горизонтального отклонения обеспечивает следующие режимы работы:

- A — развертка A;
- B — ПОДСВ. А — развертка Б подсвечивает развертку A;
- Б — развертка Б;
- ВНЕШ. — внешний вход X.

3.31. Нелинейность разверток А и Б в пределах рабочего участка развертки не превышает 10%.

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

3.33. Регулировка ручкой «ДЛИНА А» изменяет длину развертки А не менее, чем в 2 раза.

3.34. Коэффициент отклонения усилителя горизонтального отклонения должен быть:

от 0,005 В/дел. до 10 В/дел в режиме X=Y;
не более 0,3 В/дел в положении «ВНЕШ.1:1» синхронизации Б и не более 3В/дел. в положении «ВНЕШ.1:10» синхронизации Б.

3.35. Полоса пропускания канала горизонтального отклонения должна быть от постоянного тока до 5 МГц.

3.36. Геометрические искажения не превышают 3%.

3.37. Погрешность ортогональности не превышает 1° .

3.38. Модуляция луча по яркости обеспечивается при подаче на гнездо «ВХОД Z» сигналов в диапазоне частот от 1 Гц до 50 МГц с амплитудой минимальной величины, не более 5В до максимальной, не менее 8В.

3.39. Внутренний источник калиброванного напряжения генерирует П-образные импульсы с периодом 0,5 мсек и амплитудой 0,1 В и 1 В.

Погрешность установки амплитуды и периода импульсов калибратора в нормальных условиях не превышает $\pm 1\%$, а в интервале рабочих условий от минус 5 до +50°C не превышает $+1,5\%$.

Асимметрия импульсов не превышает $\pm 20\%$.

3.40. Осциллограф обеспечивает регулируемую задержку развертки Б по отношению к развертке А от 1 мкс до 10 с.

Регулировка (изменение) задержки в указанных пределах осуществляется с погрешностью не более $\pm 2\%$. Кратковременная нестабильность задержки не превышает (0,05% ± 2 нс).

3.41. Максимальная амплитуда исследуемого сигнала не должна превышать:

на входе каналов I и II вертикального отклонения — 60 В (амплитуда синусоидального напряжения 30 В) в крайних правых положениях ручек «УСИЛЕНИЕ» и 150 В (амплитуда

синусоидального напряжения 75 В) в крайних левых положениях ручек «УСИЛЕНИЕ»;

с делителем 1:10 И22.727.048 — 200 В.

3.42. Параметры выходных сигналов на гнездах боковой панели прибора: «ВЫХОД Π А» и «ВЫХОД Π Б»;

прямоугольный импульс положительной полярности амплитудой 10 ± 2 В;

время нарастания не более 0,5 мкс;

«ВЫХОД 1 КАН.»:

величина сигнала не менее, чем в 1,2 раза превышает сигнал на входе канала 1 при положении переключателя «ВОЛЬТ/ДЕЛ.» — «0,02».

3.43. При нажатии кнопки «ПОИСК ЛУЧА» изображение сигнала должно появиться в пределах рабочей части экрана.

3.44. Выносной делитель 1:10 И22.727.048 Сп должен обладать коэффициентом деления 1:10 с погрешностью деления не более $\pm 10\%$.

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

3.46. Прибор сохраняет свои технические характеристики в пределах норм, установленных ТУ, при питании его от сети переменного тока напряжением (220 ± 22) В, частотой $(50 \pm 0,5)$ Гц или напряжением $(115 \pm 5,75)$ В, (220 ± 11) В, частотой (400 ± 12) Гц и содержанием гармоник до 5%.

3.47. Мощность, потребляемая прибором от сети при nominalном напряжении, не превышает 150 ВА.

3.48. Прибор допускает непрерывную работу в рабочих условиях в течение времени не менее 8 ч.

3.49. Акустические шумы, создаваемые прибором, не превышают 60 дБ на расстоянии 1 метра от прибора.

3.50. Габаритные размеры прибора $354 \times 220 \times 509$ мм

Габаритные размеры прибора в укладочном ящике $524 \times 301 \times 628$ мм.

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

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

3.51. Масса прибора не превышает 19 кг, масса прибора с укладочным ящиком не превышает 40 кг; масса прибора с транспортной тарой не более 60 кг.

3.52. Наработка прибора на отказ не менее 1750 ч.

3.53. Средний срок службы прибора 7 лет.

Средний ресурс 7000 ч.

4. СОСТАВ ИЗДЕЛИЯ

Состав прибора приведен в табл. 1.

Таблица 1

Наименование	Обозначение	Кол.	Примечание
Осциллограф универсальный С1-64	И22.044.040 Сп	1	
Делитель 1 : 10	И22.727.048 Сп	2	
Кабель соединительный	ЕЭ4.850.163 Сп	2	
Переход	ЯП2.236.001	1	
Кабель	И24.850.086 Сп	2	
Трансформатор в. ч. согласующий	ЕЭ4.735.505 Сп	1	
Кабель	И24.850.088 Сп	2	
Переход	И22.236.006 Сп	1	
Провод соединительный	И24.860.008 Сп	2	
Кабель	И24.850.218 Сп	1	
Шнур питания	ЯП4.860.010 Сп	1	
Щуп	И24.266.000 Сп	2	
Зажим	ЯП4.835.007 Сп	4	
Светофильтр	И23.900.003 Сп	1	
Тубус	И28.647.007	1	
Тройник СР-50-95 Ф		2	
Переход СР-50-75 Ф		1	
Вставка плавкая ВП1-1-2А 250 В		4	
Лампа СМН9-60-2		4	
Каркас	И27.804.053	1	для тубуса

5. УСТРОЙСТВО И ПРИНЦИП РАБОТЫ

5. 1. Конструкция

Конструкция осциллографа универсального предусматривает использование прибора в настольном варианте.

Специальная П-образная ручка переноса одновременно служит подставкой для изменения угла наклона прибора относительно оператора. Ручка крепится к боковым стенкам при помощи специальных устройств-фиксаторов, которые обеспечивают 7 фиксированных положений (через каждые 45°).

Для установки ручки в требуемое положение необходимо нажать одновременно с двух сторон (к корпусу) на фиксаторы ручки и повернуть ее в нужном направлении.

Конструкция неразъемного каркаса прибора представляет собой переднюю и заднюю несущие рамки, выполненные литьем из алюминиевых сплавов, соединенные между собой двумя стяжками из профильного алюминиевого проката.

В местах соединения рам со стяжками устанавливаются косынки, придающие дополнительную жесткость соединению.

Сверху и снизу каркас закрывается легкосъемными крышками, с передней стороны — панелью, с задней стороны — задней стенкой.

Для поддерживания необходимого теплового режима на задней стенке прибора размещен вентилятор вытяжного действия, а в крышках прибора имеются перфорационные отверстия.

Верхняя и нижняя крышки крепятся при помощи двух специальных зажимов, расположенных на стяжках. Конструкция замков обеспечивает надежное крепление, быстроту съема и установки крышек, а также пломбирование прибора.

Корпус имеет 4 опорные ножки-амортизаторы, которые крепятся к нижней крышке.

Для установки в вертикальном положении (при переносе) предусмотрены 4 ножки-подставки.

Дополнительную жесткость каркасу придают поперечные и продольные стенки.

На передней панели прибора расположены:

- экран электронно-лучевой трубы с обрамлением;
- органы управления и присоединения, снабженные соответствующими надписями.

Часть органов управления и присоединения расположены в специальной коробке на боковой панели прибора.

На задней стенке расположены мощные транзисторы блока питания, гнезда «ВХОД Z», разъем для подключения питающей сети, предохранители, тумблер переключения сети.

Электромонтаж прибора выполнен на печатных платах, за исключением крупногабаритных элементов, расположенных на шасси, средней и продольных стенках.

Для устранения магнитных наводок электронно-лучевая трубка помещена в пермаллоевый экран.

Высоковольтный преобразователь заключен в экран икрыт крышкой с предупредительной надписью.

Предусилитель блока вертикального отклонения выполнен в виде съемного блока, крепящегося к передней панели, средней стенке и стяжке.

Во избежание взаимных влияний канала вертикального усиления и схемы развертки, они разделены экраном, который одновременно служит конструктивным элементом.

Гибкая симметричная линия задержки расположена под ЭЛТ на специальном кронштейне. Концы ее закреплены в непосредственной близости от мест распайки.

5. 2. Принцип действия

Универсальный осциллограф С1-64 предназначен для одновременного исследования формы двух электрических сигналов путем визуального наблюдения и измерения их временных и амплитудных значений.

Структурная схема прибора содержит следующие узлы (рис. 1а):

- осциллографический индикатор — электронно-лучевая трубка (ЭЛТ);
- входной аттенюатор канала I;
- предусилитель канала I;
- входной аттенюатор канала II;
- предусилитель канала II;
- диодный коммутатор;
- усилитель вертикального отклонения с линией задержки;
- коммутирующий мультивибратор;
- предусилитель синхронизации;
- схема синхронизации А;
- схема развертки А;
- усилитель подсвета А;
- схема однократного запуска развертки А;
- схема синхронизации Б;
- схема развертки Б;
- усилитель подсвета Б;
- компаратор задержки;
- усилитель горизонтального отклонения;
- усилитель «Z»;
- схема питания ЭЛТ;
- блок питания;
- калибратор амплитуды и длительности.

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

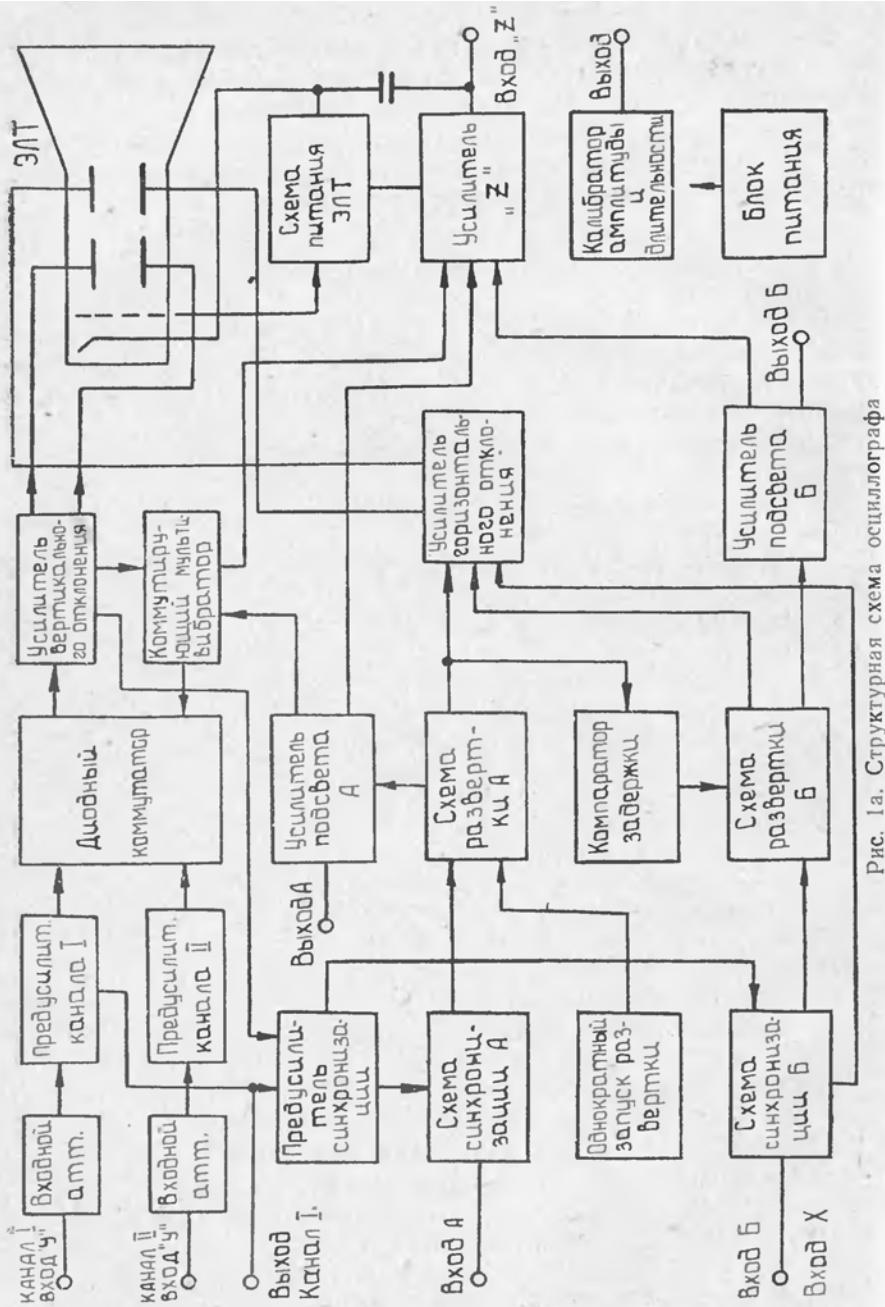


Рис. 1а. Структурная схема осциллографа

Электронно-лучевая трубка служит для визуального наблюдения исследуемых электрических процессов. Исследуемые сигналы подаются на гнезда «ВХОД» канала I и канала II. При помощи входных аттенюаторов, которые представляют собой компенсированные делители напряжения, выбирают величину сигнала, удобную для наблюдения и исследования на экране ЭЛТ. Исследуемый сигнал поступает на вход усилителя вертикального отклонения, который усиливает сигнал до необходимой величины перед поступлением сигнала на вертикально-отключающие пластины. Вначале исследуемый сигнал усиливается предусилителем каждого канала и поступает на диодный коммутатор.

Работой диодного коммутатора управляет коммутирующий мультивибратор. Коммутирующий мультивибратор через диодный коммутатор может обеспечить пять режимов работы каналов вертикального отклонения.

Режим работы каналов:

— «I». В этом режиме через диодный коммутатор проходит сигнал с предусилителя канала I и поступает на усилитель вертикального отклонения;

— «II». В этом положении через диодный коммутатор проходит сигнал с предусилителя канала II и поступает на усилитель вертикального отклонения;

— «ПРЕР.». В этом режиме на экране ЭЛТ можно наблюдать одновременно два электрических процесса. Двухканальный режим получается за счет попеременного подключения предусилителей каналов I и II к усилителю вертикального отклонения при помощи диодного коммутатора. Переключение производится во время прямого хода с частотой 500 кГц. Коммутирующий мультивибратор при этом работает в автоколебательном режиме;

— «ПОЧЕР.» В этом режиме на экране ЭЛТ можно наблюдать одновременно два электрических процесса за счет поочередного подключения предусилителей каналов I и II к усилителю вертикального отклонения при помощи диодного коммутатора. Коммутация каналов производится через один прямой ход развертки, то есть в течение первого прямого хода развертки сигнал поступает из канала I, а в течение следующего прямого хода развертки сигнал поступает из канала II и т. д. Коммутирующий мультивибратор при этом работает в ждущем режиме с запуском во время обратного хода развертки A;

— «I±II». В этом режиме на экране ЭЛТ можно наблюдать алгебраическую сумму сигналов канала I и канала II, то есть диодный коммутатор пропускает на усилитель вертикального отклонения сигналы из канала I и канала II одновременно.

Чтобы имелась возможность наблюдения как суммы, так и разности сигналов канала I и канала II независимо от начальных фаз сигналов, в предусилителе канала II имеется возможность инвертировать фазу исследуемого сигнала.

Наличие в двухканальном режиме коммутации каналов с частотой 500 кГц во время прямого хода развертки и поочередно через каждый прямой ход развертки позволяет использовать этот режим во всем рабочем диапазоне разверток. Так, при исследовании медленных процессов используется режим переключения каналов во время прямого хода с частотой 500 кГц. При исследовании быстрых процессов используется режим переключения каналов поочередно через каждый прямой ход развертки, так как в случае коммутации каналов с частотой 500 кГц во время прямого хода развертки на исследуемый сигнал накладывается процесс переключения каналов, а увеличить частоту переключения каналов практически невозможно.

При переключении каналов во время прямого хода для того, чтобы переходные процессы переключения неискажали исследуемого сигнала, от коммутирующего мультивибратора подается импульс на усилитель «Z» для гашения луча ЭЛТ.

В зависимости от режима работы канала вертикального отклонения соответствующий исследуемый сигнал усиливается усилителем вертикального отклонения и поступает на вертикально-отклоняющие пластины ЭЛТ.

В тракт усилителя вертикального отклонения включена симметричная линия задержки, что позволяет наблюдать передний фронт короткого импульса. Из канала усилителя вертикального отклонения исследуемый сигнал поступает на предусилитель синхронизации либо с выхода предусилителя канала I, либо со схемы усилителя после коммутатора. Кроме того, исследуемый сигнал с выхода предусилителя канала I поступает на разъем «ВЫХОД I КАН.». Это позволяет осуществить последовательное включение канала I и канала II, что приводит к увеличению чувствительности в 5 раз при одновременном сужении полосы пропускания в два раза.

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), может изменяться 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 временной задержки.

Задержанный запуск развертки Б относительно развертки А осуществляется компаратором задержки с помощью линейного прецизионного потенциометра.

С выходов усилителей подсвета А и Б снимаются прямоугольные импульсы для подсвета прямого хода развертки и гашения обратного хода развертки на экране ЭЛТ. Эти импульсы поступают на вход усилителя «Z», усиливаются и через схему питания ЭЛТ управляют ее работой.

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

Горизонтальный канал осциллографа может иметь 4 режима работы:

— Развертка А. В этом режиме работы имеется одна калиброванная развертка А.

— А подсвечивается в течение Б. В этом режиме работы имеется развертка А и развертка Б. Начало развертки Б задержано по времени относительно развертки А на величину, установленную компаратором задержки. На экране ЭЛТ наблюдается развертка А, а та часть развертки А, в течение которой существует развертка Б, подсвечивается по яркости;

— Задержанная развертка Б. В этом режиме работы имеется развертка А и развертка Б.

Развертка Б задержана относительно развертки А при помощи компаратора задержки и время задержки можно изменять. На экране ЭЛТ наблюдается задержанная развертка Б. Этот режим используется при измерении временных интервалов методом калиброванной задержки развертки;

— «ВНЕШ.». В этом режиме работы предусмотрена возможность поступления внешнего сигнала на горизонтально-отклоняющие пластины ЭЛТ при подаче его на гнездо «ВХОД Х».

Для периодической проверки чувствительности усилителей вертикального отклонения обоих каналов и проверки калибровки длительности служит калибратор амплитуды и длитель-

ности. С помощью калибратора осуществляется компенсация выносных делителей 1:10.

Схема питания ЭЛТ обеспечивает необходимые высоковольтные напряжения.

Схема блока питания обеспечивает необходимыми питающими напряжениями всю остальную схему прибора.

5. 3. ОПИСАНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СХЕМЫ ПРИБОРА

5. 3. 1. Каналы вертикального отклонения луча

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

Электрическая схема каналов вертикального отклонения изображена на общей принципиальной схеме прибора (альбом № 1 (часть 2), И22.044.040Э3, листы 1, 2). Канал I (II) вертикального отклонения луча состоит из входной цепи и усилителя.

Входная цепь состоит из:

- входного разъема Ш1 (Ш2), расположенного на передней панели прибора;
- переключателя В1 (В3), при помощи которого исследуемый сигнал поступает на входной аттенюатор через емкость С1 (С17) или непосредственно;

— входного аттенюатора, конструктивно оформленного в виде отдельного унифицированного узла. Аттенюатор входной цепи представляет собой частотно-компенсированный делитель напряжения (рис. 2, 3).

Делитель имеет 11 ступеней деления с коэффициентами деления 1, 2, 4, 10, 20, 40, 100, 200, 400, 1000, 2000.

В положении аттенюатора «0,005 В/дел.» и «0,01 В/дел.» деление входного сигнала осуществляется путем изменения коэффициента усиления усилителя с обратной связью 1-T2, 1-T3, (1-T13, 1-T14).

Во всех остальных положениях аттенюатора, от «0,02 В/дел. и выше, коэффициент усиления остается постоянным, а изменение коэффициента отклонения канала вертикального отклонения осуществляется при помощи точных частотно-компенсированных делителей напряжения.

При использовании выносного делителя 1:10 общий коэффициент деления увеличивается в 10 раз.

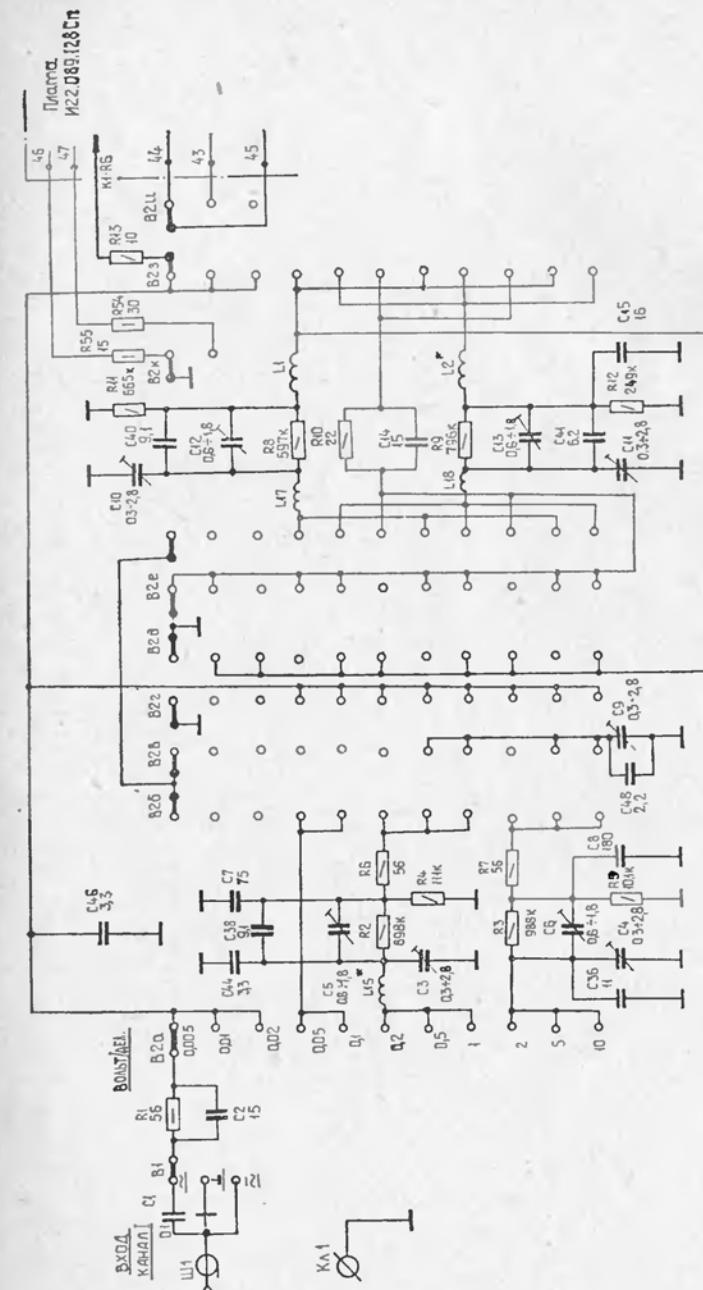


Рис. 2. Схема аттенюатора канала I.

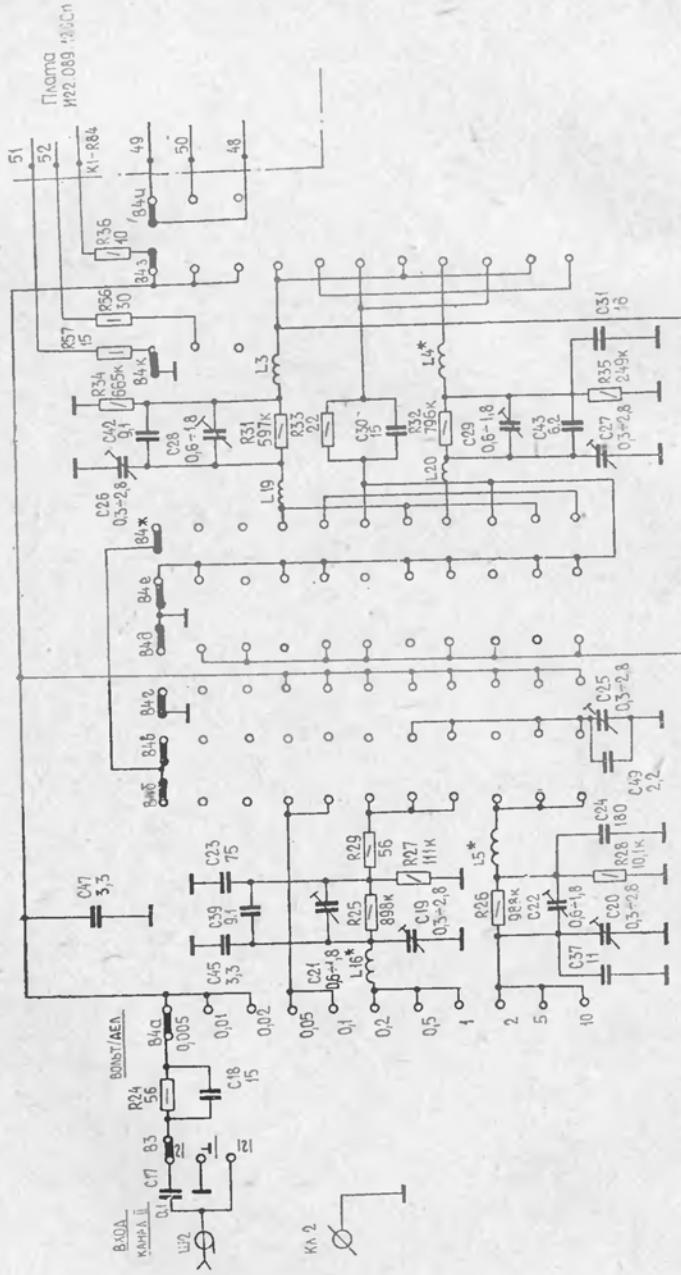


Рис. 3. Схема аттенюатора канала II.

Во входном аттенюаторе применяются резисторы типа С2-14 с допуском $\pm 0,5\%$, а величины резисторов подобраны таким образом, что обеспечивается одна и та же величина входного сопротивления независимо от положения делителя напряжения («ВОЛЬТ/ДЕЛ.»).

Переменные конденсаторы С3, С4, С9, С10, С11 (С19, С20, С25, С26, С27) обеспечивают установку постоянной входной емкости во всех положениях переключателя «ВОЛЬТ/ДЕЛ.»; а С5, С6, С12, С13 (С21, С22, С28, С29) точную компенсацию входных делителей во всей полосе исследуемых частот. Входной аттенюатор понижает чувствительность усилителя вертикального отклонения до 0,8 мм/В.

Входное сопротивление аттенюатора 1 МОм зашунтирано емкостью 25 пФ, состоящей из входной емкости усилителя вертикального отклонения и паразитных емкостей монтажа аттенюатора.

Во избежание наводок входной аттенюатор помещен в металлический экран.

5. 3. 2. Входной катодный повторитель

С выхода аттенюатора исследуемый сигнал поступает на предусилитель канала I, схема которого изображена на рис. 4. Предусилитель канала II (рис. 5) аналогичен нижеописываемому предусилителю канала I.

Для обеспечения большого входного сопротивления, низкого выходного сопротивления и малой входной емкости на входе усилителя вертикального отклонения поставлен катодный повторитель (лампа 1-Л2). В цепи управления сети каскада установлена цепочка из резистора I-R6 и конденсатора I-C10, которая ограничивает сеточный ток и создает дополнительное смещение, предохраняющее лампу от перегрузки. I-Д1, I-Д2, I-Д3 обеспечивают защиту нувистора.

Неоновая лампочка I-Л1 предохраняет от пробоя промежуток сетка-катод лампы при большом отрицательном сигнале. Диод I-Д3 ограничивает положительный потенциал на катоде I-Л2 до величины +6,3 В и предохраняет схему усилителя от действия больших положительных сигналов.

Диод I-Д2 ограничивает отрицательные сигналы на катоде нувистора I-Л2 и фиксирует на нем потенциал, близкий к потенциальному земли для защиты I-Л2 до тех пор, пока не установится рабочий режим нувистора после включения.

Триод 1-T1 служит для стабилизации катодного тока лампы I-L2. Изменением потенциала базы триода 1-T1 при помощи потенциометра R15 («БАЛАНСИР.») производится балансировка усилителя вертикального отклонения, которая должна обес-

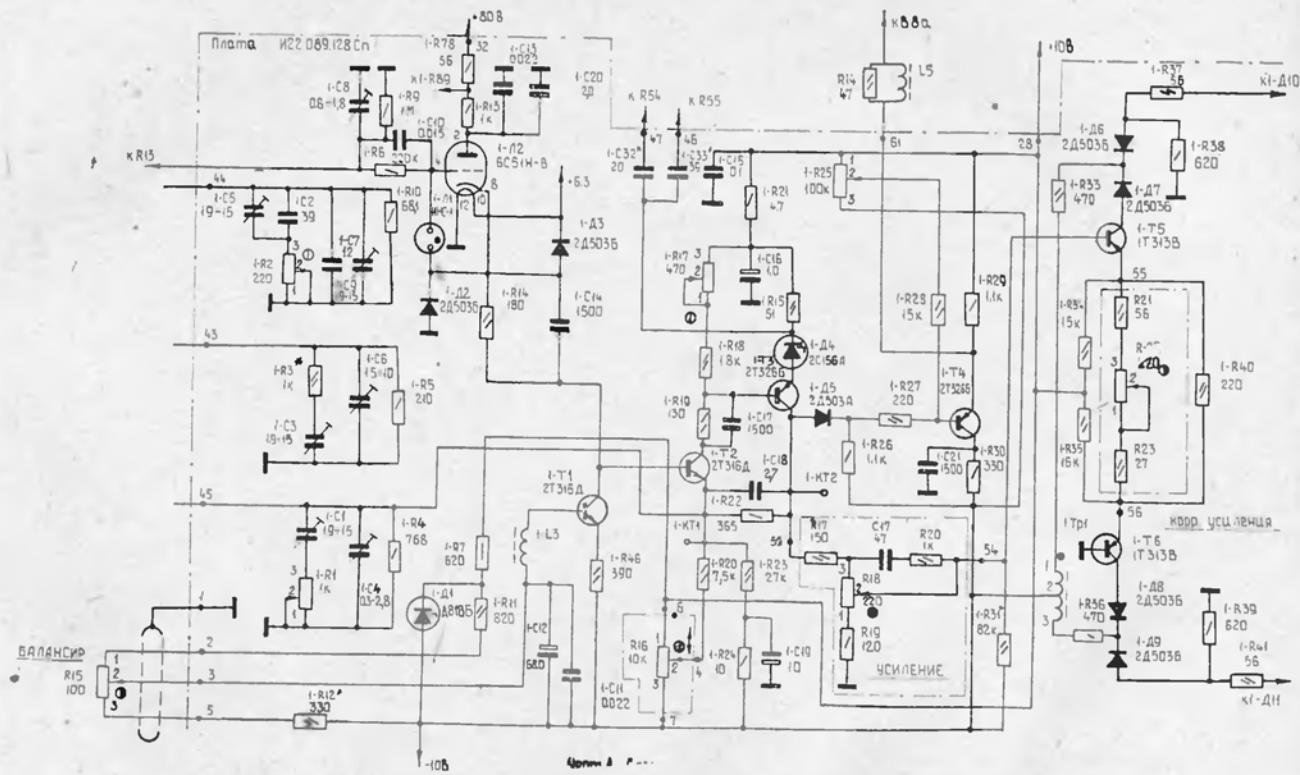


Рис. 4. Схема предусилителя канала I.

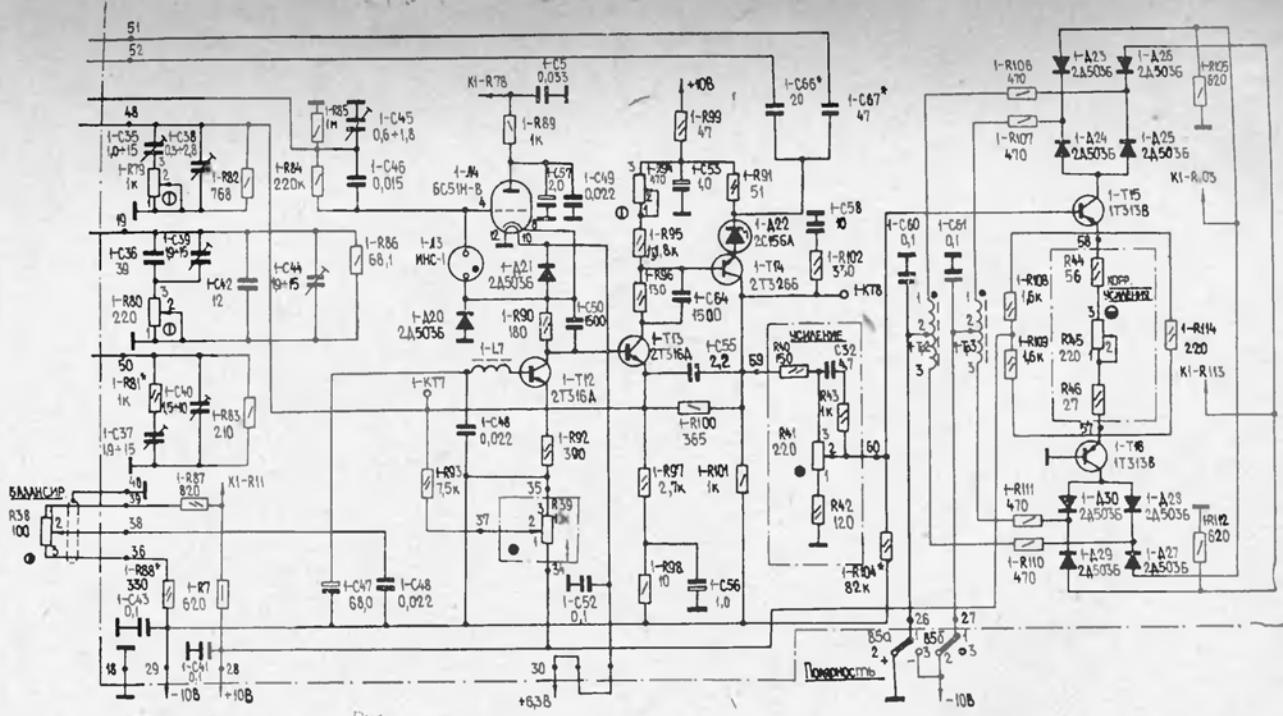


Рис. 5. Схема предусилителя канала II.

лечить нулевой потенциал эмиттера триода 1-T2. При нулевом потенциале на эмиттере триода 1-T2 положение луча на экране не изменяется при переключении входного аттенюатора из положения «0,005 В/дел.» в положение «0,02 В/дел.».

Резистор I-R14 обеспечивает нужное рабочее смещение для лампы I-L2 и необходимый потенциал базы триода 1-T2. Конденсатор I-C14 улучшает коэффициент передачи от катода I-L2 к базе триода 1-T2 в области высоких частот.

5. 3. 3. Усилитель с обратной связью

С катодного повторителя I-L2 сигнал поступает на усилитель с обратной связью на триодах 1-T2, 1-T3. Коэффициент усиления усилителя скачкообразно изменяется в зависимости от положения переключателя В2 «ВОЛЬТ/ДЕЛ.», обеспечивая изменения коэффициента отклонения в положениях входного аттенюатора «0,005», «0,01» и «0,02».

Так как резисторы в обратной связи I-R4, I-R10, I-R5 при переключении аттенюатора (0,005–0,02) включаются между эмиттером триода 1-T2 и землей, а на эмиттере триода 1-T2 установлен нулевой потенциал, то при изменении величины обратной связи не изменяется величина тока через триод 1-T2 и режим усилителя остается постоянным.

Это обеспечивает неподвижность луча на экране электроннолучевой трубы по вертикали при переключении входного аттенюатора. Перемещение луча по вертикали осуществляется

при помощи резистора R16 («»). При этом незначительное изменение потенциала эмиттера триода 1-T2 приводит к изменению выходного напряжения. Потенциометром I-R17 устанавливается режим триода 1-T3, чтобы на его коллекторе был нулевой потенциал (когда потенциометр R16 находится в среднем положении).

Стабилитрон I-D4 служит источником тока для триода 1-T3, а также поддерживает постоянное напряжение на I-R17 и I-R18. Резисторы R55, I-R15, R54 и конденсаторы I-C32, I-C33 поставлены для высокочастотной коррекции.

Исследуемый сигнал с коллектора 1-T3 поступает на фазоинвертор (1-T5, 1-T6) и эмиттерный предусилитель синхронизации (1-T4).

5. 3. 4. Фазоинвертор

Сигнал на фазоинвертор поступает через делитель напряжения, который используется для плавной регулировки коэффициента отклонения вертикального усилителя (R18).

Делитель напряжения включен между точками нулевого потенциала (коллектор 1-T3 и земля), поэтому при плавной регулировке коэффициента отклонения не происходит изменение режима усилителя по постоянному току.

Поскольку усилитель вертикального отклонения представляет собой усилитель постоянного тока, то с целью уменьшения дрейфа пульвы выбирается симметричная схема.

Фазоинвертор на триодах 1-T5, 1-T6 преобразует несимметричный входной сигнал в симметричный для дальнейшего двухтактного усиления.

Потенциометр R22 в цепи отрицательной обратной связи между эмиттерами триодов 1-T5, 1-T6 используется для регулировки и калибровки коэффициента усиления усилителя вертикального отклонения.

С выхода фазоинвертора сигнал поступает на диодные переключатели (рис. 6) I-D10–I-D17.

5. 3. 5. Эмиттерный предусилитель синхронизации

Сигнал с коллектора триода 1-T3, поступающий на эмиттерный повторитель на триоде 1-T4, проходит затем на схему предусилителя синхронизации, обеспечивая внутреннюю синхронизацию только от канала I.

При помощи потенциометра I-R25 обеспечивается пульевой потенциал на эмиттере триода 1-T4, что необходимо для согласования его со схемой синхронизации.

С эмиттера триода 1-T4, в зависимости от положения переключателя В8 «ВНУТР. СИНХР.», сигнал поступает или на схему синхронизации (в режиме «I»), или на гнездо «ВЫХОД I КАН.» (в режиме синхронизации «I, II»). Различие между схемами вертикальных предусилителей канала I (рис. 4) и канала II (рис. 5) состоит в отсутствии во втором канале эмиттерного повторителя синхронизации.

5. 3. 6. Переключатель полярности

Переключатель полярности В5 осуществляет инвертирование сигнала, поступающего на вход канала II. Переключение производится при помощи диодного коммутатора (I-D23–I-D30, I-R106, I-R107, I-R110, I-R111). Трансформаторы I-Tr.1, I-Tr.2, I-Tr.3 введены в схему для высокочастотной коррекции. Цепочка I-R102 и I-C58 представляет собой нагрузку, эквивалентную входному сопротивлению эмиттерного повторителя (1-T4). Диоды I-D6, I-D7, I-D8, I-D9 и резисторы I-R33, I-R36 поставлены для сохранения идентичности каналов I и II.

5. 3. 7. Режимы работы каналов вертикального отклонения

Режим работы каналов вертикального отклонения устанавливается переключателем В6, который определяет, сигнал какого канала и как поступает на вертикальный выходной усилитель.

В положениях «I» и «II» осциллограф работает в одноканальном режиме. В двухканальном режиме, который получается при попеременном подключении предварительных усилителей обоих каналов к выходному усилителю, на экране наблюдается два процесса.

Коммутация развертки может проводиться во время прямого хода развертки с частотой 500 кГц («ПРЕР.») или после каждого прямого хода развертки («ПООЧЕР.»).

Возможен также режим, когда на выходной усилитель поступают сигналы с обоих каналов одновременно ($I \pm II$).

Схема переключения, изображенная на рис. 6, состоит из двух диодных переключателей, коммутирующего мультивибратора и усилителя.

5. 3. 8. Диодные переключатели

Коммутация выходов вертикальных предусилителей осуществляется диодными ключевыми схемами, которые в свою очередь в одноканальном режиме управляются переключателем В6 («РЕЖИМ РАБОТЫ»), а в двухканальном режиме — коммутирующим мультивибратором.

Положение «I». При этом напряжение минус 10 В переключателем В6 подается через I-R123 на точку соединения I-D12, I-D13 в диодном ключе канала II. При этом диоды I-D12, I-D13 открываются, а диоды I-D15, I-D16 закрываются и не пропускают сигнал с выхода вертикального предусилителя канала II.

В диодном ключе канала I диоды I-D10, I-D11 подсоединенны к корпусу прибора через I-R42 и закрыты, а диоды I-D17, I-D14 — открыты. Поэтому сигналы с выхода вертикального предусилителя канала I проходят на усилитель I-T10, I-T11.

Положение «II». В этом положении переключателя В6 диоды I-D10, I-D11 подсоединены к источнику минус 10 В через I-R115, а диоды I-D12, I-D13 — к корпусу прибора через I-R51, то есть диодный ключ канала I не пропускает сигнала, а диодный ключ канала II, соответственно, пропускает.

5. 3. 9. Коммутирующий мультивибратор

Положение «ПООЧЕР.». В этом положении переключателя В6 минус 10В подается на эмиттер переключающего усилителя на триоде I-T17, который открывается и через диод I-D31 или I-D32 открывает один из триодов коммутирующего мультивибратора.

Например, если открыт триод I-T7, то ток протекает через I-D31, I-T7 и коллекторное сопротивление I-R43, понижая уровень напряжения в точке соединения I-D10, I-D11. При этом диодный ключ канала I не пропускает сигнал и он проходит через диодный ключ (I-D15, I-D16) канала II на усилитель (I-T10, I-T11).

Положительный импульс от генератора развертки А поступает через I-R118, I-C63 на базу триода I-T17 (усилитель переключения каналов поочередно).

Отрицательный фронт импульса развертки, пройдя через дифференцирующую цепочку I-R118, I-C63, формируется в остроконечный отрицательный импульс, который закрывает усилитель на триоде I-T17. При этом также закрываются оба триода I-T7, I-T8 коммутирующего мультивибратора.

Когда триод I-T7 был открыт, конденсатор I-C64 зарядился, причем со стороны диода I-D32 будет отрицательный потенциал, а со стороны диода I-D31 — положительный. Заряд этого конденсатора и определяет, какой из триодов коммутирующего мультивибратора будет открываться. Когда действие дифференцированного импульса прекратится, триод I-T17 усилителя закроется.

Поскольку потенциал анода I-D32 будет более отрицательный, чем анода I-D31, то триод I-T8 откроется, а триод I-T7 закроется, то есть мультивибратор переключается. При этом сигнал будет проходить на выходной усилитель через диодный ключ канала I, так как диодный ключ канала II заперт.

5. 3. 10. Эмиттерный повторитель обратной связи

Через эмиттерный повторитель на триоде I-T9 обеспечивается обратная связь по напряжению между эмиттерами триодов I-T10, I-T11 усилителя и диодными коммутаторами. При помощи обратной связи на ключевых диодных схемах фиксируется отрицательный потенциал, который позволяет коммутировать их сигналами минимальной амплитуды. Эмиттер триода I-T9 подсоединен к диодным ключам через диоды I-D18, I-D19. Диод I-D18, соединенный с диодным ключом, пропускающим

исследуемый сигнал, закрыт, и отрицательное напряжение на диодном ключе фиксируется делителем I-R42, I-R45.

Диод I-D19, соединенный с диодным ключом, запирающим сигнал, открыт, и на диодном ключе фиксируется потенциал эмиттера триода 1-T9.

Положение «ПРЕР.». В этом положении переключателя B6 коммутирующий мультивибратор работает в автоколебательном режиме, генерируя импульсы с частотой 500 кГц.

Частота колебаний мультивибратора определяется цепочкой 1-R116, 1-R120, 1-C64.

Эмиттеры триодов 1-T7 и 1-T8 подсоединяются к источнику минус 10 В через 1-R116, 1-R120. Проводит та ключевая схема, которая подсоединенна к открытому триоду.

Предположим, триод 1-T8 открыт. 1-C64 заряжается до минус 10 В через 1-R116.

Потенциал эмиттера триода 1-T7 медленно стремится к минус 10 В, когда 1-C64 зарядится, а на базе его поддерживается отрицательный потенциал, который задается делителем между коллектором 1-T8 и минус 10 В (1-R47, 1-R48).

Когда отрицательное напряжение на эмиттере триода 1-T7 станет больше, чем на базе, триод 1-T7 открывается и напряжение на его коллекторе понижается. Это приведет к понижению базового потенциала триода 1-T8 через делители I-R44, I-R50 и триод 1-T8 закроется. 1-C64 снова заряжается до минус 10 В через 1-R120 и понижает потенциал эмиттера до тех пор, пока триод 1-T8 не откроется, а триод 1-T7 закроется и цикл повторится снова.

В этом положении диоды 1-D31 и 1-D32 закрыты, благодаря цепочке 1-R121, 1-D33. Триод 1-T9 работает в режиме «ПРЕР.» аналогично тому, как в режиме «ПООЧЕР.» (диодные ключевые схемы коммутируются сигналами минимальной амплитуды).

Усилитель гасящего импульса коммутатора (1-T18) формирует импульс для «Z» — усилителя, с помощью которого гасится переход луча от уровня канала I к уровню канала II. При переключении коммутирующего мультивибратора на выходе трансформатора I-Tr.4 возникает скачок напряжения отрицательной полярности, который поступает на базу триода 1-T18 и запирает его.

Длительность действия импульса на базе триода определяется цепочкой 1-R122, 1-C65. Триод 1-T18 ограничивает сигнал, поступающий на базу, и выходной импульс положительной полярности, совпадающий с моментом переключения луча, подается на усилитель «Z».

Положение «I±II» переключателя «РЕЖИМ РАБОТЫ».

В этом положении исследуемые сигналы проходят по двум каналам через диодные ключи на усилитель (1-T10, 1-T11). Диодные ключи удерживаются в открытом состоянии потенциалом минус 10 В через I-R53, I-R54, поступающим на катоды диодов I-D17, I-D14, I-D15, I-D16. Поскольку на вход усилителя подаются два сигнала, то выходной сигнал будет представлять собой алгебраическую сумму сигналов канала I и канала II.

Усилитель на триодах 1-T10, 1-T11 представляет собой двухтактную схему с обратной связью по напряжению 1-R68, 1-R60 и 1-R70, 1-R62 и цепью согласования линии задержки на высоких частотах 1-R68, 1-R69, 1-R70, 1-R71, 1-C26, 1-C30, 1-C31. С выхода усилителя исследуемый сигнал через линию задержки поступает на оконечный вертикальный усилитель (рис. 7). Эмиттерный повторитель на триоде 1-T19 поставлен для уменьшения влияния емкости кабеля, по которому поступает запускающий сигнал к предусилителю синхронизации, на коэффициент усиления усилителя (1-T10, 1-T11) при прохождении ВЧ сигналов.

Запускающий сигнал для синхронизации развертки снимается с эмиттера триода 1-T19 и подается на переключатель B8 предусилителя синхронизации (рис. 8).

Для нормальной синхронизации уровень постоянной составляющей устанавливается равным нулю при помощи сопротивления I-R63.

5. 3. 11. Согласующая цепь

Исследуемый сигнал с линии задержки (рис. 6) поступает на эмиттеры триодов 2-T1 и 2-T2 (рис. 7) согласующей цепи. Линия задержки задерживает исследуемый сигнал примерно на 140 нс. Этого времени достаточно, чтобы генератор развертки выработал пилообразное напряжение и оно поступило на отклоняющие пластини чуть раньше, чем исследуемый сигнал задержки со стороны выхода. Элементы 2-L1, 2-L3, 2-L4, 2-C2, 2-C4, 2-C5 представляют собой фазокомпенсирующую цепь для линии задержки L3-1.

С выхода триодов 2-T1 и 2-T2 через эмиттерные повторители 2-T9, 2-T10 сигнал поступает на базы триодов 2-T3 и 2-T4. При помощи 2-R12, 2-C11, 2-C13 осуществляется высокочастотная коррекция для компенсации емкостной нагрузки отклоняющих пластин в выходном каскаде.

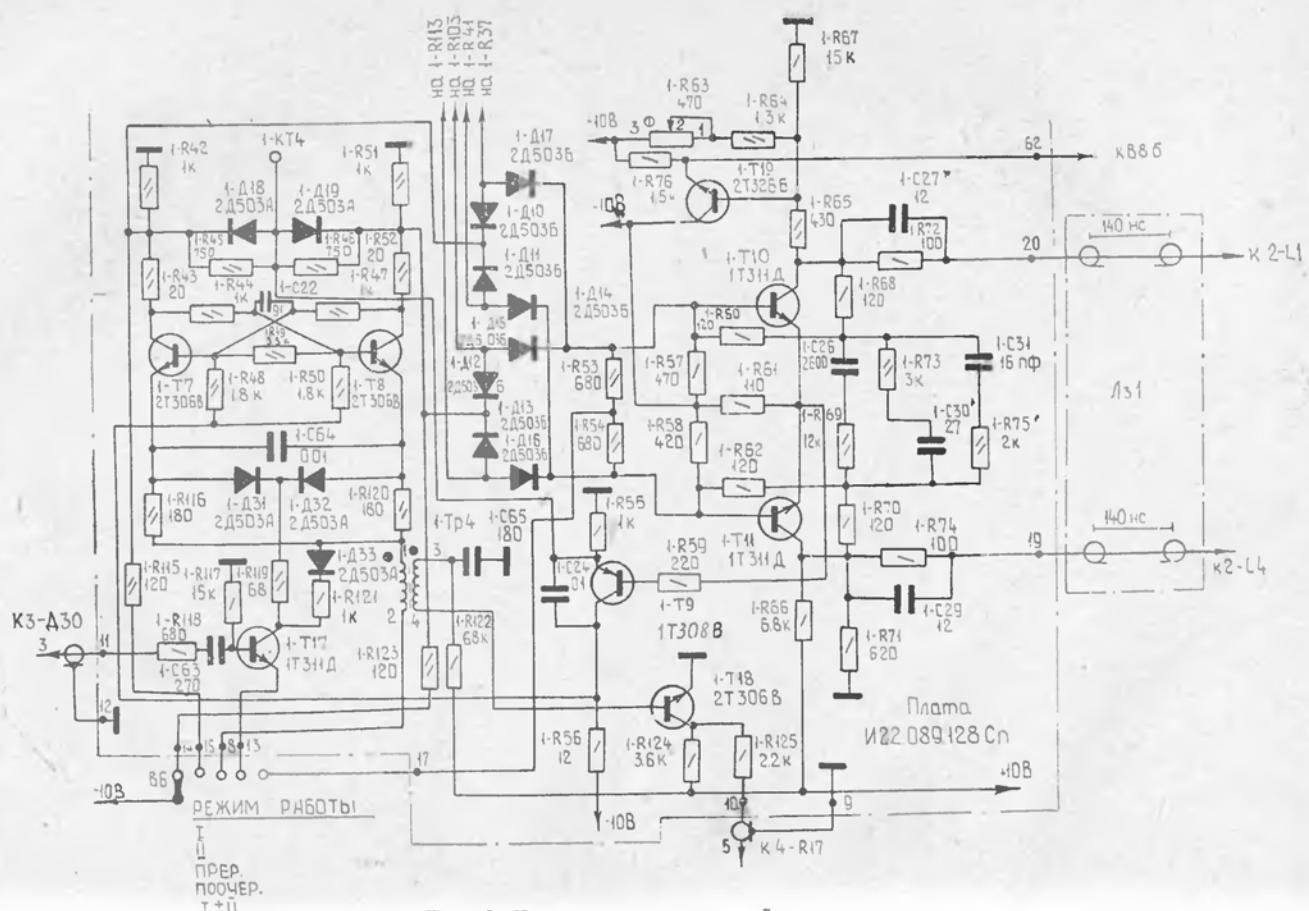


Рис. 6. Коммутирующее устройство

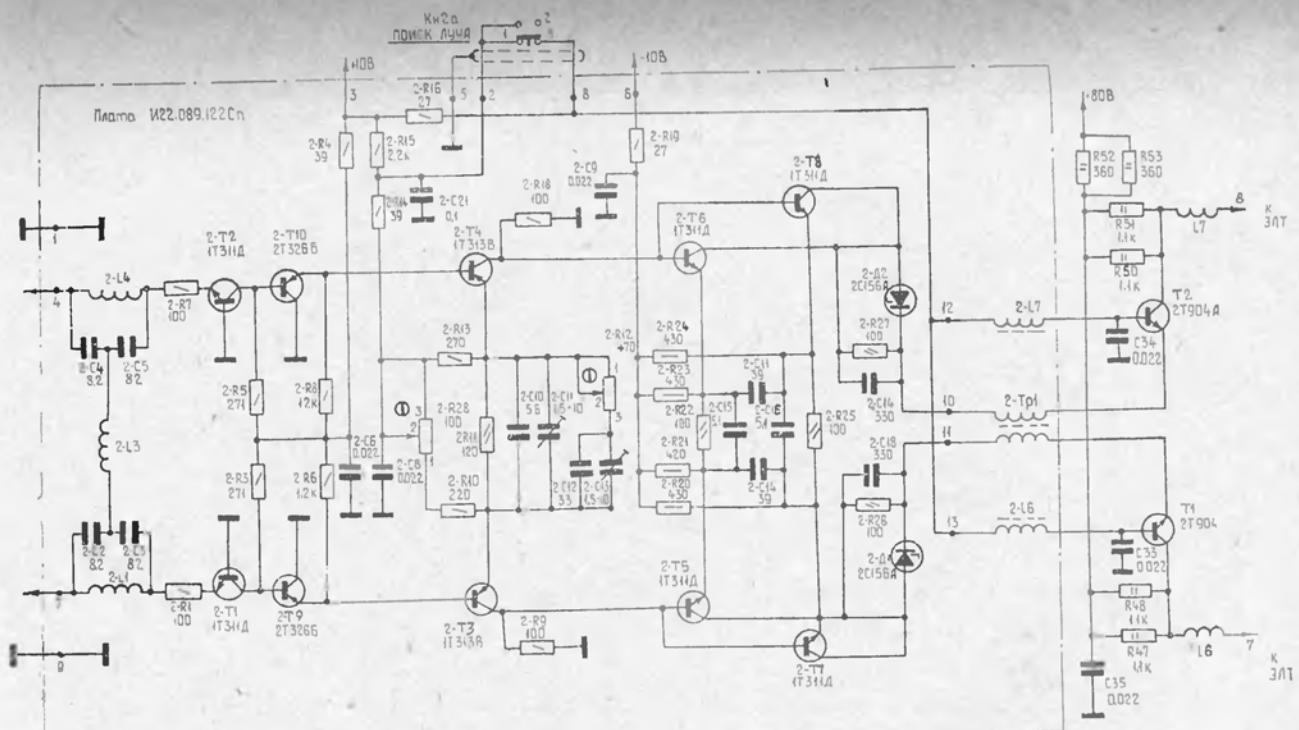


Рис. 7. Схема выходного каскада усилителя вертикального отклонения.

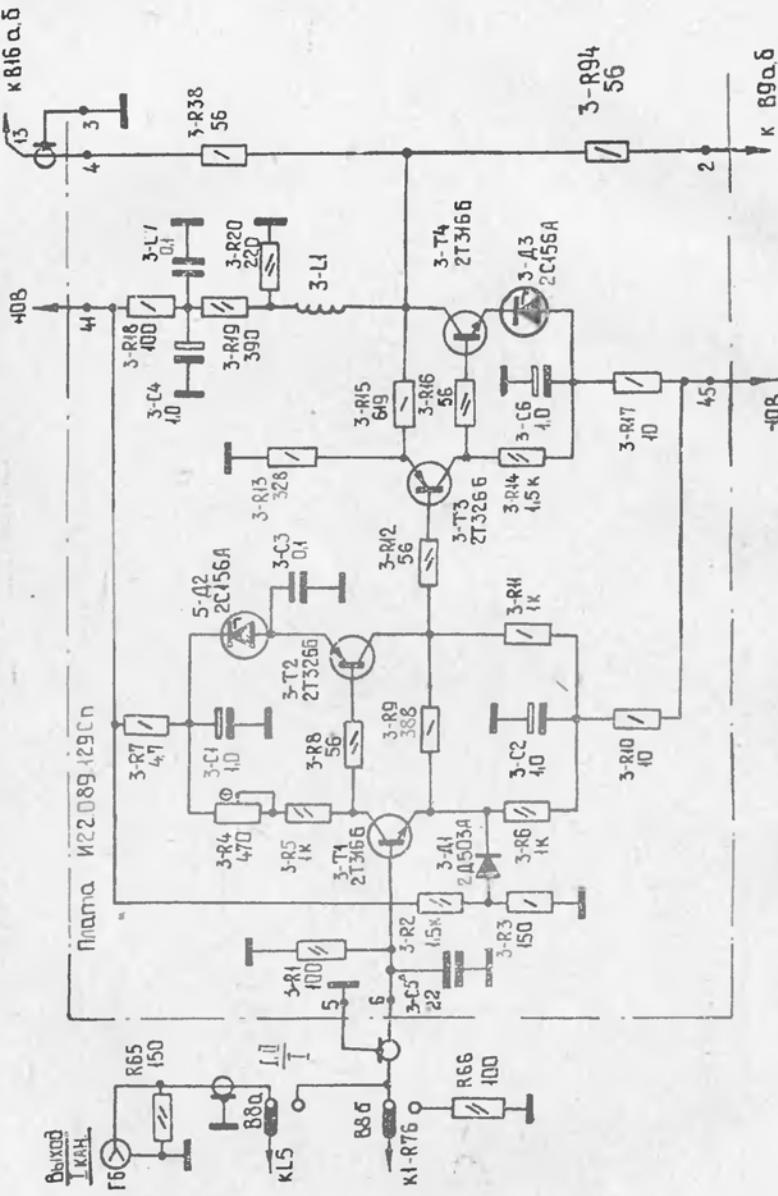


Рис. 8. Схема предусилителя синхронизации.

5. 3. 12. Поиск луча

При уходе луча за пределы экрана используется регулировка «ПОИСК ЛУЧА». Она уменьшает ток покоя триодов T1 и T2 и ограничивает динамический диапазон коллекторного напряжения, что заставляет луч вернуться в пределы экрана.

5. 3. 13. Выходной усилитель

Триоды 2-T5, 2-T7, 2-T6, 2-T8 усиливают исследуемый сигнал, поступающий с выхода триодов 2-T3 и 2-T4. Усиленный сигнал поступает на выходной каскад (T1, T2).

Диоды 2-Д1 и 2-Д2 предотвращают насыщение триодов 2-T5, 2-T7 и 2-T6, 2-T8, когда сигнал большой амплитуды отклоняет изображение за пределы экрана. Это улучшает переходную характеристику усилителя вертикального отклонения. Трансформатор 2-Tr.1 осуществляет высокочастотную коррекцию.

Триоды T1 и T2 обеспечивают требуемое напряжение, которое подается на вертикально-отклоняющие пластины электронно-лучевой трубки.

5. 3. 14. Предусилитель синхронизации

Предусилитель (рис. 8) усиливает внутренние синхронизационные сигналы до уровня, необходимого для управления работой синхронизатора. Входной сигнал предусилителя синхронизации выбирается переключателем внутренней синхронизации B8 и поступает либо с вертикального предусилителя канала I (рис. 4), либо с усилителя 1-T10, 1-T11 (рис. 6) через эмиттерный повторитель 1-T19.

Когда переключатель выбора внутреннего источника синхронизации установлен в положении «1», синхронизирующий сигнал снимается с эмиттера триода 1-T4 (рис. 4). При этом разъем «ВЫХОД I КАН.» отсоединен от схемы.

Синхронизирующий сигнал в положении переключателя B8 «I, II» поступает с эмиттера триода 1-T19. Сигнал снимается после коммутатора, следовательно, он является частью сложного исследуемого сигнала, который изображается на экране электронно-лучевой трубы. Когда переключатель B8 установлен в положение «I, II», исследуемый сигнал канала I подается на гнездо «ВЫХОД I КАН.». Этот выходной разъем может быть использован для контроля сигнала, подаваемого на вход канала I, или при совместном использовании с капалом II для получения минимального коэффициента отклонения 1 мв/дел. Внутренний синхронизирующий сигнал, выбираемый при помо-

ши переключателя B8, поступает на усилитель с обратной связью на триодах 3-T1, 3-T2.

Значение постоянной составляющей входного сигнала синхронизации устанавливается равным нулю регулировками уровня постоянной составляющей синхронизации канала I (I-R25) и синхронизации каналов I, II (I-R63), а выходного сигнала — потенциометром 3-R4.

Усиленный внутренний синхронизирующий сигнал подается на переключатели выбора источника синхронизации разверток А и Б (B9 и B17).

5. 3. 15. Синхронизатор развертки А

Следующее описание работы схемы относится к синхронизаторам разверток А и Б. Различие между двумя синхронизаторами будет изложено в разделе «Синхронизатор развертки Б».

Синхронизатор А состоит из входного катодного повторителя 3-L2, компаратора полярности (3-T5, 3-T6), мультивибратора на туннельном диоде 3-D12, усилителя импульса 3-T7, автоматического мультивибратора (3-T9, 3-T10, 3-T11).

Схема синхронизатора А изображена на рис. 9.

5. 3. 16. Источник синхронизации

Источник синхронизации выбирается при помощи переключателя B9. Синхронизирующий сигнал можно получить от трех источников: внутреннего, сети и внешнего. Кроме того, сигнал от внешнего источника может быть ослаблен в 10 раз.

Внутренний синхронизирующий сигнал поступает со схемы вертикального усилителя через схему предусилителя синхронизации.

Сигнал с частотой сети и амплитудой около 1,5 В подается на синхронизатор так же, как и внутренний сигнал.

Переключатель вида синхронизации (B10) не следует устанавливать в положение «~ВЧ» при использовании синхронизирующего сигнала от сети.

Внешние синхронизирующие сигналы, подаваемые на разъем «ВНЕШ.», могут использоваться для синхронизации в положениях «1:1», «1:10» переключателя источника синхронизации B9. Входное сопротивление равно 1 МОм в обоих положениях переключателя B9 при прямом входе. В положении «~ВЧ» переключателя вида синхронизации B10 резистор R71 величиной 100 кОм подключается параллельно входному сопротивлению 1 МОм, чтобы получить затухание НЧ сигналов.

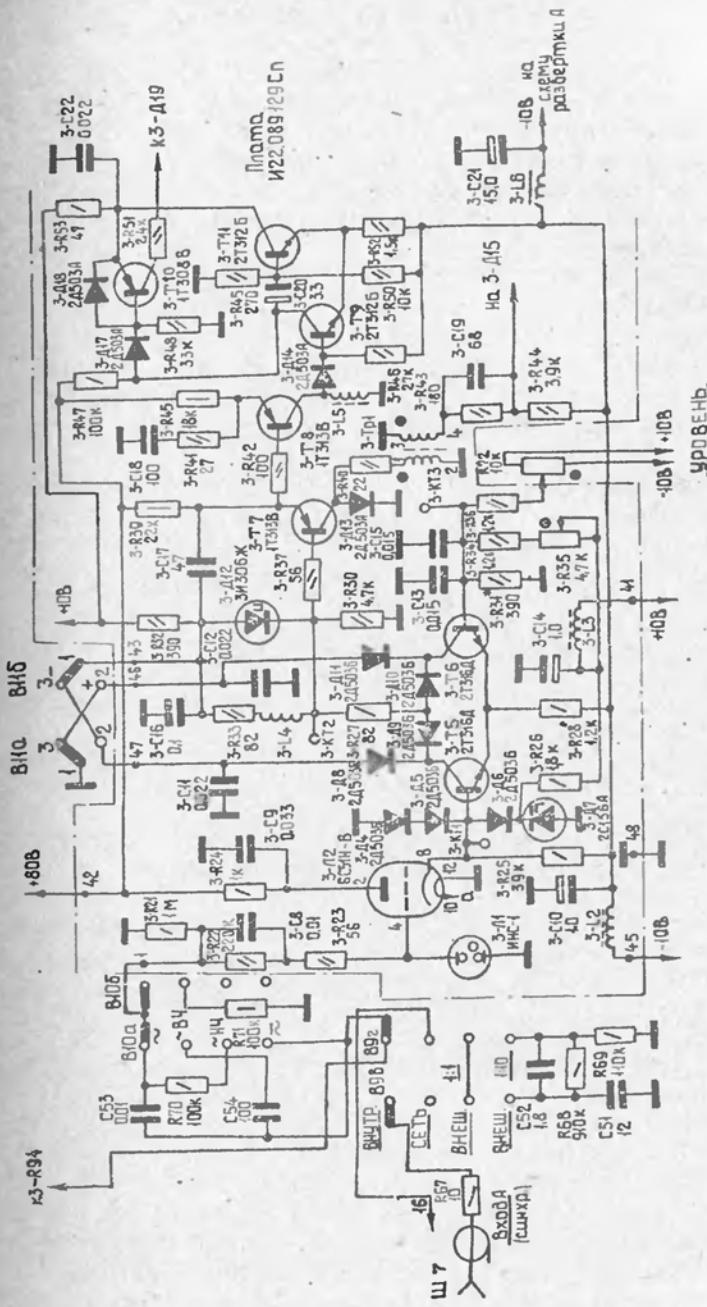


Рис. 9. Схема синхронизации А.

5. 3. 17. Вид синхронизации

Переключатель вида синхронизации В10 обеспечивает прохождение или ослабление определенных частотных составляющих синхронизирующего сигнала. В положениях «~» и «~НЧ», постоянная составляющая синхронизирующего сигнала блокируется конденсаторами С53 и С54.

В положении «~» ослабляются частотные составляющие ниже 30 Гц.

В положении «~ВЧ» ослабляются частотные составляющие ниже 30 кГц.

В положении «~НЧ» ослабляются ВЧ составляющие синхронизирующего сигнала. При этом связь с синхронизирующим сигналом осуществляется через емкость, что вызывает ослабление составляющих сигналов частотой ниже 30 Гц и выше 30 кГц.

В положении «~» обеспечивается одинаковое прохождение сигналов всех частот от нуля до 50 МГц.

5. 3. 18. Входной катодный повторитель

Входной катодный повторитель на лампе З-Л2 обеспечивает высокое входное сопротивление для сигналов, поступающих на разъем «ВНЕШ.», изолирует вход и предшествующую схему от схемы синхронизатора.

Лампочка З-Л1 предохраняет нувистор З-Л2 от чрезмерно большого напряжения между сеткой и катодом.

5. 3. 19. Компаратор полярности

Триоды З-Т5, З-Т6 обеспечивают выбор полярности синхронизирующего сигнала.

Диоды З-Д4, З-Д5 ограничивают на базе триода отрицательное напряжение до 1,4 В. Уровень постоянной составляющей на базе триода З-Т5 около +2 В.

Диод З-Д6 и стабилитрон З-Д7 ограничивают размах сигнала положительной полярности до 7 В для защиты схемы синхронизатора от перегрузок.

При помощи потенциометра З-Р35 на базе триода З-Т6 устанавливается постоянный потенциал такой же величины, как и на базе триода З-Т5 (при этом ручка «УРОВЕНЬ» установлена в среднем положении). Изменяя потенциал базы триода З-Т6, можно выбрать точку на синхронизирующем сигнале, в которой начинается запуск.

Когда ручка «УРОВЕНЬ» перемещается в направление «+», потенциал на базе триода З-Т6 становится более положительным. Это вызывает увеличение тока через З-Р28 и повышение потенциалов эмиттеров триодов З-Т5 и З-Т6.

Поскольку синхронизирующий сигнал должен открыть триод З-Т5, а на эмиттере потенциал стал более положительный, то триод З-Т5 открывается в более положительной точке синхронизирующего сигнала.

Полярность входного сигнала, синхронизирующего развертку, устанавливается переключателем полярности «±».

Когда переключатель «±» установлен в положение «+», диод З-Д11 открывается и коллектор триода З-Т6 присоединяется к источнику +10 В через З-Р32.

Диод З-Д8 закрыт.

Коллекторный ток триода З-Т5 проходит через З-Д9, З-Р27, З-Л4, З-Р33, З-Р32 или через З-Д12.

Синхронизирующий импульс вырабатывается следующим образом.

При поступлении на базу триода З-Т5 синхронизирующего сигнала положительной полярности увеличивается коллекторный ток триода З-Т5. Этот увеличенный ток проходит от источника +10 В через З-Д9, З-Р27 и туннельный диод мультивибратора З-Д12, так как через индуктивность ток мгновенно измениться не может.

Увеличение тока через туннельный диод З-Д12 вызовет переключение его в «высокое» состояние. Вырабатывается импульс отрицательной полярности с очень крутым передним фронтом.

Как только конденсатор З-С17 разрядится, ток через туннельный диод уменьшится и он возвратится в «низкое» состояние. Полученный выходной импульс будет импульсом с крутым фронтом и момент его возникновения будет соответствовать выбранной точке синхронизирующего сигнала.

При установке переключателя полярности (В11) в положение «—», триод З-Т5 подсоединен к источнику +10 В через З-Д8, а триод З-Т6 — через З-Л4, З-Д10, З-Р27.

Теперь синхронизирующий сигнал отрицательной полярности цепи базы триода З-Т5 переключит туннельный диод З-Д12 мультивибратора. Отрицательный сигнал на базе триода З-Т5 будет отрицательным сигналом на эмиттерах триодов З-Т5 и З-Т6.

Сигнал усиливается триодом З-Т6 без изменения полярности, так как триод З-Т6 включен по схеме усилителя с общей базой.

Увеличенный ток коллектора триода З-Т6 (отрицательный

сигнал) протекает через 3-Д10, 3-R27 и 3-Д12. Туннельный диод 3-Д12 переключается, как описывалось выше, вырабатывая синхронизирующий импульс отрицательной полярности с крутым передним фронтом.

5. 3. 20. Усилитель импульса

Отрицательный импульс с крутым фронтом, полученный при переключении мультивибратора на туннельном диоде 3-Д12, поступает на базу триода 3-T7.

Триод 3-T7 усиливает и инвертирует импульс. 3-Д13 ограничивает амплитуду сигнала на коллекторе триода 3-T7.

Трансформатор 3-Тр1 инвертирует импульс и передает импульс отрицательной полярности к схеме генератора развертки через цепочку 3-R43, 3-C19.

РЕЖИМ СИНХРОНИЗАЦИИ «АВТ.»

5. 3. 21. Дифференцирующий усилитель

Отрицательный импульс с эмиттера триода 3-T7 подается на схему автосинхронизации через 3-R42.

Импульс с эмиттера триода 3-T7 поступает на базу триода 3-T8 в то же самое время, когда импульс из коллекторной цепи триода 3-T7 поступает на схему генератора развертки.

На коллекторе триода 3-T8 дифференцируется выходной импульс. Положительный перепад выходного импульса поступает через 3-Д14 на автоматический мультивибратор.

Под действием отрицательных перепадов диод 3-Д14 закрывается и блокирует вход автоматического мультивибратора.

5. 3. 22. Автоматический мультивибратор

Автоматический мультивибратор вырабатывает управляющий импульс для автоматического запуска генератора развертки. При отсутствии сигнала триод 3-T11 открыт и потенциал его базы составляет около минус 0,3 В. На базе триода 3-T9 удерживается потенциал минус 0,7 В за счет прямого падения напряжения на диоде 3-Д14.

Так как триоды 3-T9 и 3-T11 имеют общее эмиттерное со- противление, то потенциал эмиттеров определяется открытым триодом 3-T11. Напряжение на эмиттерах, которое задается открытым триодом 3-T11, достаточно положительное, чтобы предотвратить отпирание триода 3-T9.

Схема остается в этом состоянии до тех пор, пока синхронизирующий сигнал не поступит от триода 3-T8. Импульс положительной полярности с триода 3-T8 подается на базу закрытого триода 3-T9 и открывает его. Триоды 3-T9, 3-T11 переключаются в противоположное состояние. Теперь триод 3-T9 полностью определяет эмиттерный ток, а триод 3-T11 закрыт до тех пор, пока мультивибратор не переключится в начальное состояние.

При отсутствии сигнала синхронизации триод 3-T10 закрывается потенциалом +10 В, приложенным к базе через диод 3-Д18. Когда триод 3-T9 переключается, напряжение на его коллекторе падает до минус 0,3 В и при этом диоды 3-Д17 и 3-Д18 закрываются, а триод 3-T10 — открывается. Напряжение на коллекторе 3-T10 поднимается до +10 В и вырабатывается положительный выходной импульс для автозапуска.

Когда триод 3-T9 открывается, напряжение на 3-C20 понижается до минус 0,3 В, а затем начинается заряд емкости от источника +80 В. Однако, когда потенциал заряда достигнет +10 В, откроется диод 3-Д17, который будет фиксировать напряжение в этой точке. Ток, протекающий через триод 3-T9, уменьшится и триод 3-T11 снова откроется.

Триод 3-T10 закроется, оканчивая выходной импульс. Время восстановления автоматического мультивибратора около 85 мс, если приложен один синхронизирующий импульс.

При периодическом синхронизирующем сигнале (выше 20 Гц) триод 3-T9 остается открытым, поддерживая выходной уровень на коллекторе триода 3-T10 около +10 В. Напряжение будет удерживаться на этом уровне до тех пор, пока последовательность синхронизирующих импульсов поступает на базу триода 3-T9 перед восстановлением автоматического мультивибратора.

5. 3. 23. Синхронизатор развертки Б

В основном синхронизатор развертки Б аналогичен синхронизатору развертки А. Ниже будет рассмотрено различие между двумя схемами. Части схем, не упомянутые при описании, работают, как описано в разделе «Синхронизатор развертки А».

Схема синхронизатора развертки Б изображена на рис. 10.

5. 3. 24. Входной катодный повторитель

Характер работы входного катодного повторителя регулируется двумя переключателями в цепи катода лампы 5-Л2: В18 — «РЕЖИМ Б» и В13 — «ВИД РАЗВЕРТКИ».

Эти переключатели определяют работу лампы 5-Л2 следующим образом.

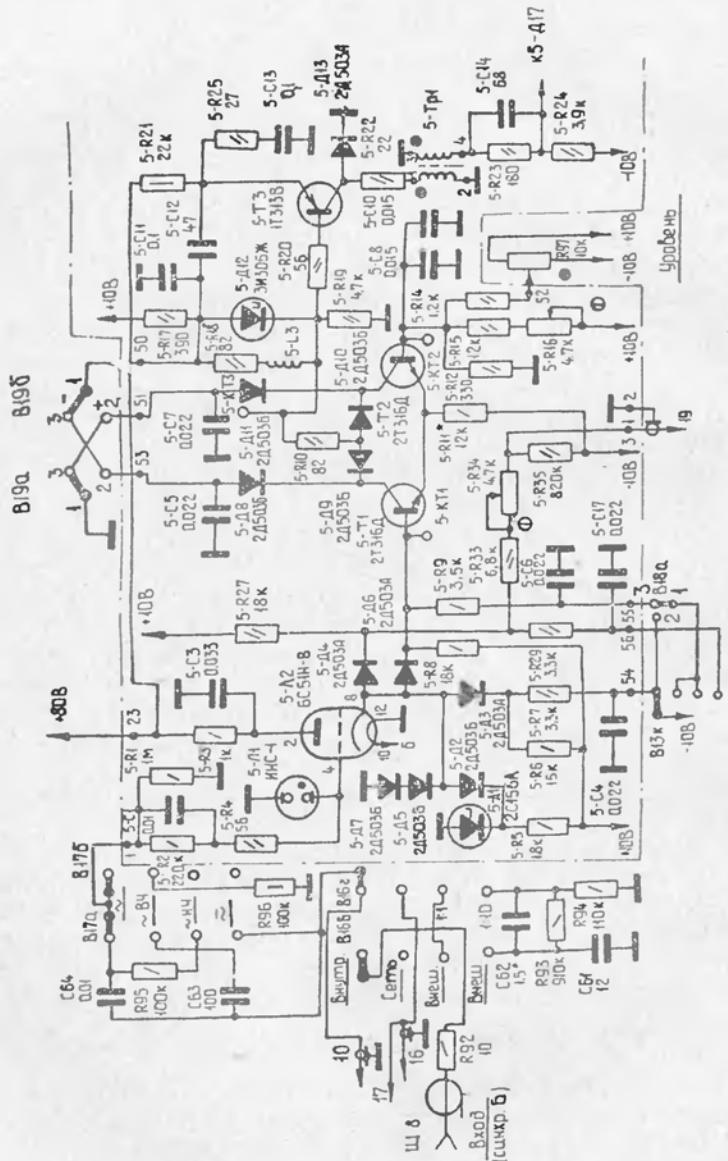


Рис. 10. Схема синхронизатора Б

В положении «А» переключателя B13 «ВИД РАЗВЕРТКИ» синхронизирующий сигнал «Б» не проходит через диод 5-Д6, так как на его катоде поддерживается положительный потенциал относительно анода, что приводит к запиранию диода 5-Д6 и блокировке синхронизирующего сигнала «Б».

В положениях переключателя B13 «Б ПОДСВ. А» и «Б» синхронизирующий сигнал может проходить или не проходить, в зависимости от положения переключателя B18 «РЕЖИМ Б».

Если переключатель B18 находится в положении «АВТ.», синхронизирующий сигнал блокируется, как и в положении «А» переключателя B13.

Однако, когда переключатель B18 устанавливается в положение «ЖДУЩ.», синхронизирующий сигнал будет поступать на базу триода 5-T1, так как диод 5-Д6 открывается подсоединением напряжения минус 10 В через 5-R9.

Диод 5-Д3 закрыт, так как его анод удерживается при более отрицательном напряжении, чем катод.

Во всех положениях переключателя «ВИД РАЗВЕРТКИ» (B13) за исключением положения «ВНЕШ.», диод 5-Д4 открыт, так как он подсоединен к источнику +10 В через резистор 5-R27. В положении «ВНЕШ.» переключателя B13 диод 5-Д6 закрывается, потому что на его катоде устанавливается положительный потенциал +10 В, поданный через 5-R8. Синхронизирующие сигналы будут проходить через диод 5-Д4, который в этом положении переключателя B13 открывается, так как на катод подается минус 10 В через резистор 5-R29. Сигналы с катода лампы 5-L2 поступают на горизонтальный усилитель через диод 5-Д4 и резисторы 5-R33, 5-R34, 5-R81.

При помощи потенциометра 5-R34 осуществляется регулировка усиления сигнала в канале «Х».

Сигнал для горизонтальной развертки можно взять от внешнего источника и подать на гнездо «ВХОД Х», когда переключатель источника синхронизации Б установлен в положение «ВНЕШ. 1:1» («ВНЕШ. 1:10») или от внутреннего источника канала I, когда переключатель B8 «ВНУТР. СИНХР.» установлен в положение «I», а переключатель источника синхронизации Б (B16) в положение «ВНУТР.».

Импульсный усилитель в синхронизаторе Б работает точно так же, как и в синхронизаторе А. Однако, поскольку в синхронизаторе Б нет автоматической схемы синхронизации, входной импульс с коллектора триода 3-T3 поступает на генератор развертки Б через трансформатор 5-Tr1 и цепочку 5-R23, 5-C14.

5. 3. 25. Генератор развертки А

Генератор развертки А состоит из триггера развертки (3-Д16, 3-Т12), ключевого диода 3-Д33, генератора развертки (3-Л4, 3-Т23), эмиттерного повторителя постановления развертки 3-Т20, усилителя начала развертки 3-Т19, мультивибратора восстановления развертки (3-Т13, 3-Т14).

Схема генератора развертки А представлена на рис. 11.

Генератор развертки вырабатывает 5 одновременных выходных сигналов, а управляется двумя входными сигналами.

Выходными сигналами являются следующие:

- отрицательное пилообразное напряжение, подаваемое на усилитель горизонтального отклонения при измерении временных интервалов;

- отрицательное пилообразное напряжение, подаваемое на компаратор датчика задержки для получения задержанной развертки;

- импульс подсвета отрицательной полярности, подаваемый на усилитель «Z» для подсвета ЭЛТ во время индикации;

- строб-импульс положительной полярности, подаваемый на коммутатор вертикального усилителя для попеременного переключения луча после каждого цикла развертки;

- строб-импульс положительной полярности, подаваемый на разъем на боковой панели.

Входные сигналы следующие:

- импульс синхронизации отрицательной полярности от синхронизатора А;

- автостроб-импульс положительной полярности от автоматического мультивибратора.

Переключатель В12 «РЕЖИМ А» обеспечивает три режима работы. В положении «ЖДУЩ.» развертка появляется лишь тогда, когда импульс синхронизации поступает со схемы синхронизатора А. Принцип работы в положении «АВТ.» почти такой же как в положении «ЖДУЩ.» за исключением того, что след луча будет виден, когда синхронизирующий импульс отсутствует.

В положении «ОДНОКР.» принцип работы будет аналогичным, как в положении «ЖДУЩ.», за исключением того, что развертка не будет повторяться.

Описание работы схемы развертки А дано для режима «ЖДУЩ.».

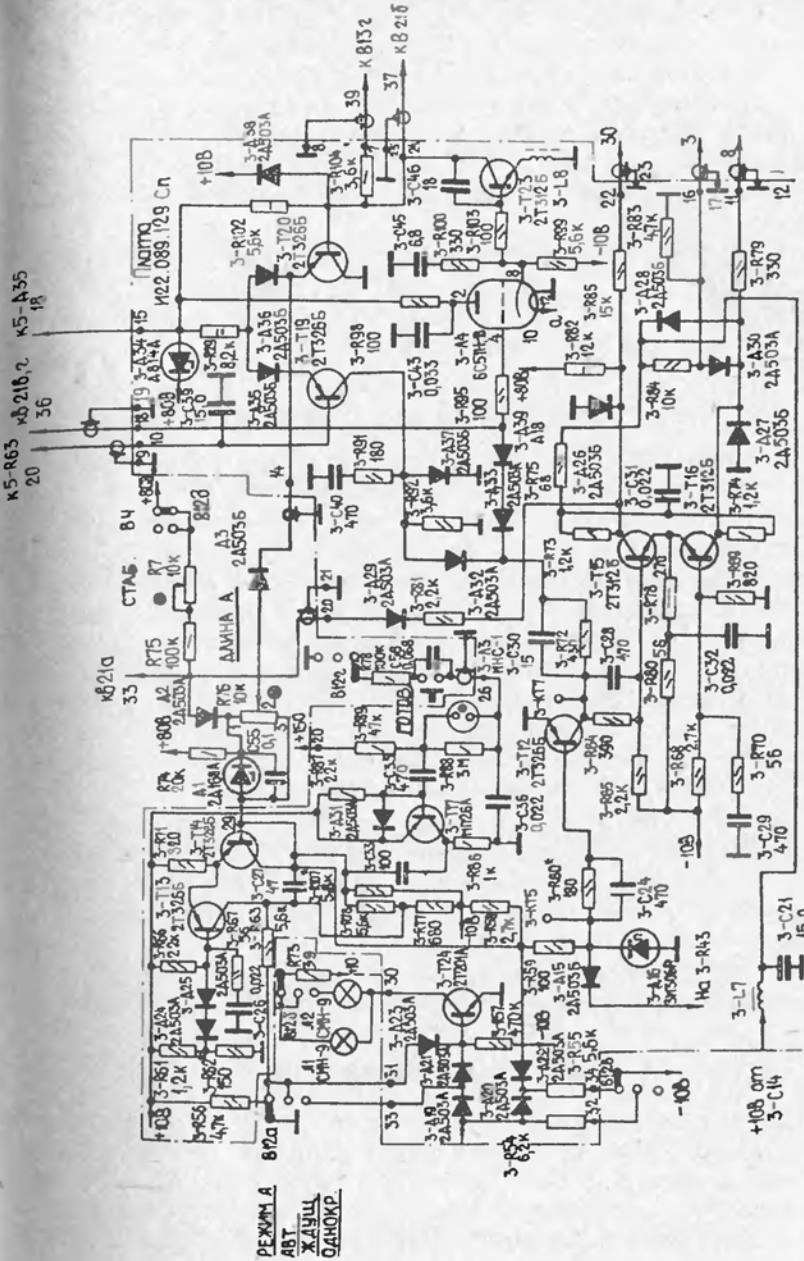


Рис. 11. Схема развертки А и усилителя импульса подсвета.

5. 3. 26. Ждущий режим

Синхронизирующий сигнал, выработанный синхронизатором А, подается на схему генератора развертки через диод 3-Д15. Этот отрицательный импульс переключает туннельный диод 3-Д16 триггера развертки в «высокое» состояние, в котором он остается до тех пор, пока не будет возвращен в «низкое» состояние мультивибратором восстановления развертки в конце цикла.

Отрицательный сигнал на базе триода 3-Т12 открывает его и в коллекторной цепи вырабатывается импульс положительной полярности. Этот сигнал поступает на выходной усилитель импульса и ключевые диоды 3-Д33, 3-Д39.

5. 3. 27. Усилитель импульса

Положительный строб-импульс от триггера развертки подается на базу триода 3-Т15 и в его коллекторной цепи вырабатывается импульс отрицательной полярности. Этот импульс подается на усилитель «Z» и служит для подсвета луча в течение прямого хода развертки. Этот импульс также разряжает блокировочный конденсатор в начале каждого цикла развертки.

Строб-импульс положительной полярности, проходящий на базу триода 3-Т15, проходит от эмиттера 3-Т15 на эмиттер 3-Т16. Результирующий сигнал положительной полярности с коллектора триода 3-Т16 подается на схему коммутатора вертикального канала для получения прерывистого режима работы и на разъем «ВЫХОД А» на боковой панели.

Ключевой диод 3-Д33 проводит ток через резисторы 3-R72, 3-R64, 3-R65 и времязадающие резисторы. Строб-импульс с коллектора триода 3-Т12 закрывает диод 3-Д33, прерывая текущий через него ток. Генератор начинает вырабатывать пилообразное напряжение.

Диод 3-Д32 также закрывается и отсоединяет триод усилителя начала развертки (3-Т19).

5. 3. 28. Генератор развертки

Когда ток, протекающий через диод 3-Д33, прерывается, времязадающий конденсатор начинает заряжаться через времязадающий резистор и резистор 5-R111, при помощи которого подстраивается калибровка. Времязадающие конденсатор и резистор выбираются переключателем В21 «А ВРЕМЯ/ДЕЛ.» для изменения скорости развертки.

Потенциометром R114 производится плавная регулировка скорости развертки путем изменения времени заряда конденсатора С врем.

Положительно возрастающее напряжение с конденсатора С врем. который заряжается через R врем. от источника +80 В, подается на сетку лампы 3-Л14. Этот положительный потенциал поступает от лампы 3-Л14 на базу триода 3-Т23, создавая на его коллекторе выходной сигнал развертки отрицательной полярности.

Выходной сигнал развертки подается на отрицательно заряженный вывод конденсатора С врем.

Эта обратная связь обеспечивает заряд конденсатора С врем. до одного и того же положительного напряжения, удерживая постоянную скорость заряда и обеспечивая линейность пилообразного выходного напряжения. Отрицательное пилообразное напряжение будет расти до тех пор, пока не срабатывает мультивибратор восстановления развертки. Выходной сигнал с коллектора триода 3-Т23 поступает на усилитель горизонтального отклонения и компаратор развертки Б.

5. 3. 29. Эмиттерный повторитель восстановления развертки

Отрицательное пилообразное напряжение с коллектора триода 3-Т23 подается на эмиттерный повторитель восстановления развертки на триоде 3-Т20. Диод 3-Д38 обеспечивает защиту триода 3-Т20 в момент включения.

Пилообразное напряжение отрицательной полярности с эмиттера триода 3-Т20 поступает на мультивибратор восстановления развертки (3-Т13, 3-Т14) и на эмиттер триода 3-Т19 усилителя начала развертки через диоды 3-Д36 и 3-Д35.

5. 3. 30. Усилитель начала развертки

Отрицательный сигнал, поступающий с эмиттера триода 3-Т20 на диод 3-Д36, прекращает ток через триод 3-Т19. Триод 3-Т19 будет закрыт до тех пор, пока не завершится обратный ход развертки.

Когда потенциал эмиттера триода 3-Т20 возвращается к начальному уровню постоянной составляющей в конце развертки, открывается диод 3-Д35 и через триод 3-Т19 начинает проходить ток.

Уровень постоянной составляющей напряжения на коллекторе триода 3-Т19 через диод 3-Д32 поддерживает на катоде диода 3-Д33 постоянное напряжение, определяя нужную точку запуска.

ка развертки. Регулировка начала развертки 5-R63 находится в схеме генератора развертки Б и устанавливает начальную точку обеих разверток.

5. 3. 31. Мультивибратор восстановления развертки

Отрицательное напряжение с эмиттера триода 3-T20 поступает на диод D3. В момент начала развертки этот диод закрыт.

Когда потенциал на катоде диода D3 станет отрицательным, диод откроется на уровне сигнала, определяемом регулировкой R76 «ДЛИНА А». Отрицательный сигнал пройдет на базу триода 3-T14, открывая его; при этом триод 3-T13 закроется.

Напряжение на коллекторе триода 3-T14 станет положительным и переключит диод 3-D16 в исходное «низкое» состояние.

Строб-импульс развертки оканчивается и диодный ключ 3-D33, 3-D39 открывается. Время задающий конденсатор С временно разрядится, возвращая потенциал сетки лампы 3-L14 к первоначальному уровню. Положительный сигнал обратного хода и эмиттерного повторителя восстановления развертки закрывает диод D3. Когда потенциал эмиттера триода 3-T20 достигнет первоначального уровня, триод 3-T19 открывается и устанавливается начальный уровень развертки.

При вращении ручки «ДЛИНА А» против часовой стрелки, мультивибратор восстановления развертки будет переключаться в менее отрицательной точке напряжения на эмиттере триода 3-T20.

Таким образом, развертка не закончит полный цикл до начала восстановления и изображение будет короче.

Триод 3-T14 будет в открытом состоянии в течение времени, определяемого периодом блокировки, за которое все цепи должны вернуться в первоначальное состояние для следующего запуска развертки.

Время блокировки определяется скоростью заряда одного из блокировочных конденсаторов C67-C71 (рис. 13). Конденсатор заряжается через R77, R75 от источника +80 В. По мере того, как напряжение на базе триода 3-T14, вследствие заряда конденсатора, становится более положительным, триод 3-T14 начинает закрываться, а триод 3-T13 — открываться. Напряжение на коллекторе триода 3-T14 станет отрицательным и диод 3-D16 будет подготовлен к запуску. Время блокировки изменяется для различных скоростей разверток при помощи переключателя B21 «ВРЕМЯ/ДЕЛ». Для обеспечения нужного времени блокировки в начале каждой развертки блокировочный конденсатор разряжается отрицательным импульсом, поступающим от коллектора триода 3-T15.

На быстрых развертках ручка «СТАБ. ВЧ» позволяет регулировать блокировку в пределах 10% для получения устойчивого изображения. Эта регулировка не влияет на изображение при низких скоростях развертки.

Строб-импульс с мультивибратора подается на триод 3-T24. Этот строб-импульс совпадает с импульсом запуска, вырабатываемым синхронизатором А, и появляется только при подаче запускающего сигнала. Положительный автоматический строб-импульс насыщает триод 3-T24 и лампочка L1 зажигается. Она будет светиться, пока действует строб-импульс.

5. 3. 32. Режим «АВТ.»

Принцип действия схемы генератора развертки в положении «АВТ.» переключателя B12 аналогичен его работе в режиме «ЖДУЩ.», когда подан запускающий импульс. Отличие состоит в том, что в режиме «АВТ.» при отсутствии запускающего импульса создается контрольная линия. Это происходит следующим образом.

Триод 3-T13 открывается после обратного хода развертки и блокировки. Триод 3-T14 будет закрыт и ток пойдет через 3-R58, 3-R59 и диод 3-D16. Этого тока недостаточно, чтобы переключить диод 3-D16. В положении «АВТ.» переключателя «РЕЖИМ А» напряжение минус 10 В подается на диоды 3-D20, 3-D22. Когда подается автоматический строб-импульс, ток протекает через 3-R55 и диод 3-D20. При отсутствии строб-импульса ток протекает через 3-R55 и диод 3-D22 и складывается с током через 3-R58. Этого суммарного тока достаточно для переключения диода 3-D16 сразу же после окончания периода блокировки. Развертка вырабатывается, как и раньше. Следующий цикл развертки начнется в конце периода блокировки.

5. 3. 33. Режим «ОДНОКР.»

Принцип действия схемы генератора развертки в положении «ОДНОКР.» переключателя B12 «РЕЖИМ А» аналогичен работе в других режимах. Отличие состоит в том, что по окончании одного цикла развертки мультивибратор восстановления развертки не возвращается в исходное состояние. Все последующие запускающие импульсы блокируются до тех пор, пока кнопка «ГОТОВ» разомкнута.

В положении «ОДНОКР.» переключателя B12 разрывается цепь восстанавливающего тока схемы блокировки. На базе триода 3-T14 устанавливается меньший положительный потенциал, которого недостаточно для того, чтобы каскад работал как

двуствабильный мультивибратор. Автоматический строб-импульс заземляется на катоде диода 3-Д19. Цикл развертки протекает следующим образом.

Когда развертка достигла уровня, выбранного ручкой «ДЛИНА А», триод 3-Т14 открывается и возвратит диод 3-Д16 в «низкое» состояние. Так как цепь восстанавливающего тока разорвана, потенциал базы триода 3-Т14 удерживается на отрицательном уровне и триод 3-Т14 открыт. Диод 3-Д16 удерживается в «низком» состоянии до тех пор, пока схема не восстановится.

5.3.34. Усилитель восстановления однократной развертки

Усилитель восстановления на триоде 3-Т17 вырабатывает восстанавливающий импульс для мультивибратора восстановления развертки в режиме «ОДНОКР.».

Обычно триод 3-Т17 закрыт и переключатель «ГОТОВ» разомкнут. При нажатии кнопки «ГОТОВ» лампочка 3-Л3 зажигается и напряжение на базе триода 3-Т17 станет менее положительным. Триод 3-Т17 открывается и вырабатывает выходной импульс положительной полярности, закрывающий триод 3-Т14.

Амплитуда импульса достаточная, чтобы закрыть триод 3-Т14 и открыть триод 3-Т13. Триод 3-Т13 остается открытым до окончания следующего цикла развертки, удерживая диод 3-Д16 в состоянии готовности к запуску при поступлении запускающего сигнала.

В режиме «ОДНОКР.» анод диода 3-Д23 отсоединен от земли и диод открыт. Когда триод 3-Т13 открывается, потенциал его коллектора становится положительным. Через диод 3-Д23 положительный сигнал проходит на базу триода 3-Т24. Триод 3-Т24 будет открыт, лампочка «ГОТОВ» будет светиться, сигнализируя, что схема генератора развертки А готова вырабатывать развертку, когда придет запускающий импульс. Триод 3-Т24 остается открытым до тех пор, пока триод 3-Т14 не откроется снова в конце развертки.

5.3.35. Генератор развертки Б

Принцип работы генератора развертки Б аналогичен принципу работы генератора развертки А. Ниже будут рассмотрены только отличия между ними. Принцип работы следующих перечисленных схем такой же, как описано в генераторе развертки А: стробирование развертки 5-Д18 и 5-Т9, выходной усилитель 5-Т10 и 5-Т11; ключевые диоды 5-Д24, 5-Д36, генератор развертки 5-Л3 и 5-Т15, эмиттерный повторитель восстановления развертки 5-Т14, усилитель начала развертки 5-Т13.

Схема генератора развертки Б представлена на рис. 12.

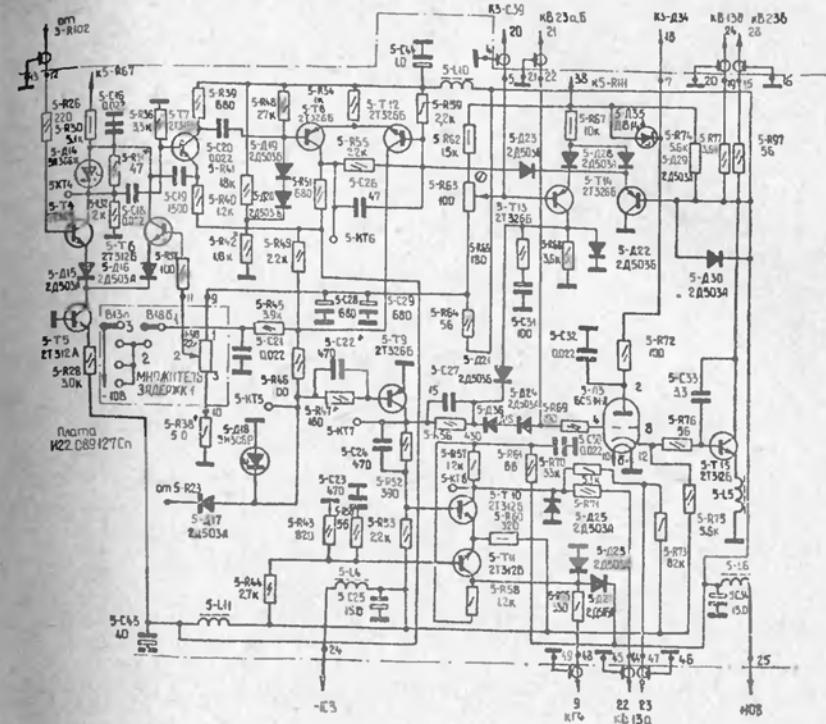


Рис. 12. Схема развертки Б.

5.3.36. Компаратор схемы задержки Б

Генератор развертки Б в конце каждого цикла развертки блокируется мультивибратором восстановления развертки. Схема развертки остается в этом состоянии до тех пор, пока импульс с компаратора датчика задержки, управляемый разверткой А, не перебросит мультивибратор восстановления развертки.

Генератор развертки Б может вырабатывать развертку только в течение развертки А и не перебрасывается до тех пор, пока не начнется следующий цикл развертки А.

С выхода генератора развертки А сигнал поступает на базу триода 5-Т4. Триоды 5-Т4 и 5-Т6 включены так, что представляют собой схему сравнения напряжений; триод 5-Т5 обеспечивает постоянный ток этих триодов через диоды 5-Д15 и 5-Д16. Контрольное напряжение для схемы сравнения устанавли-

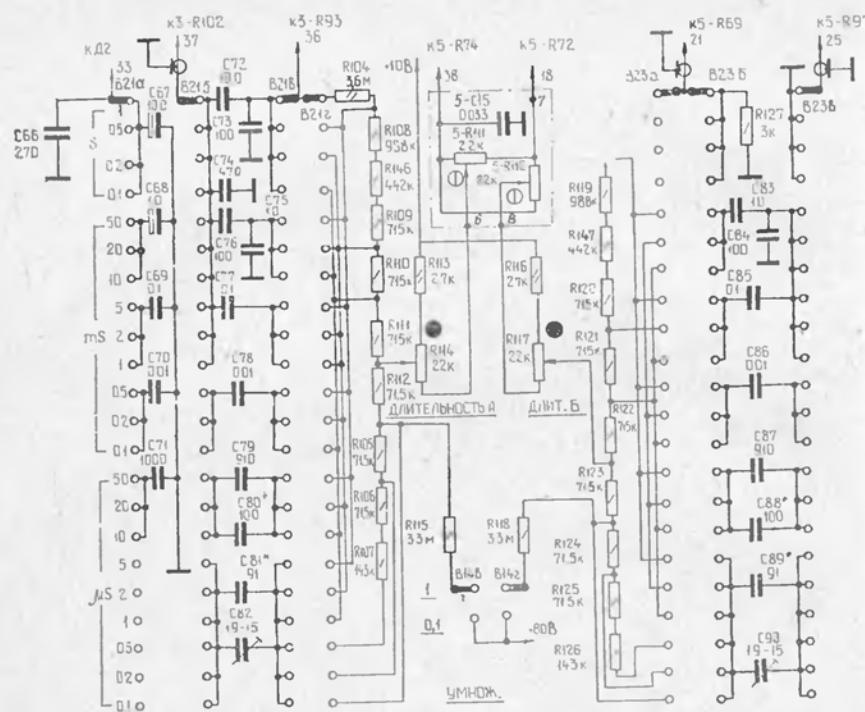


Рис. 13. Переключатель А и Б ВРЕМЯ/ДЕЛ. и ВРЕМЯ ЗАДЕРЖКИ

вается точным потенциометром R98 («МНОЖИТЕЛЬ ЗАДЕРЖКИ»). Напряжение для этого потенциометра фильтруется конденсаторами 5-C28, 5-C29 и резистором 5-R64. Прибор калибруется таким образом, чтобы основные деления лимба «МНОЖИТЕЛЬ ЗАДЕРЖКИ» соответствовали делениям шкалы электронно-лучевой трубки.

Триод 5-Т4 открыт и удерживает туннельный диод 5-Д14 в «высоком» состоянии. Когда напряжение развертки, поданное на базу триода 5-Т4, становится более отрицательным, чем потенциал на базе триода 5-Т6, установленный потенциометром R98, триод 5-Т4 закроется, а триод 5-Т6 откроется. Так как точка напряжения на развертке, где триод 5-Т4 закрывается, соответствует определенному временному интервалу от начала развертки А, то шкала «МНОЖИТЕЛЬ ЗАДЕРЖКИ» используется для выбора задержки времени.

Когда триод 5-Т4 закрыт, ток протекающий через туннельный диод 5-Д14, уменьшается и переключает его в «низкое» состояние. При переключении туннельного диода 5-Д14 вырабаты-

вается положительный перепад напряжения, поступающий на триод 5-T7. Триод 5-T4 снова управляет схемой сравнения, когда положительный потенциал на его базе во время обратного хода станет достаточным, чтобы открыть его. Туннельный диод 5-D14 возвратится в свое первоначальное «высокое» состояние и на базу триода 5-T7 поступит отрицательный перепад напряжения.

5. 3. 37. Формирователь импульса

Перепад напряжения, возникающий при переключении туннельного диода 5-Д14, поступает на базу триода 5-Т7 через конденсатор 5-С18.

Конденсатор 5-C19 и резистор 5-R40 триода 5-T7 дифференцируют положительные и отрицательные перепады.

Дифференцированные импульсы усиливаются и поступают на мультивибратор восстановления развертки. Отрицательный импульс триода 5-Т7 соответствует началу развертки Б, а положительный импульс, возникающий во время обратного хода развертки А, концу развертки.

5. 3. 38. Мультивибратор восстановления развертки

Если развертка А не заканчивается раньше развертки Б, пилообразное напряжение отрицательной полярности от генератора (5-Л3, 5-Т15) поступает на триод 5-Т14 и перебрасывает мультивибратор восстановления развертки, как было описано для развертки А. Пилообразное напряжение отрицательной полярности, поступающее на базу триода 5-Т12 откроет его, когда база станет более отрицательной, чем эмиттер. Когда триод 5-Т14 открыт, то он определяет работу схемы до тех пор, пока с формирователя импульсов не поступит импульс восстановления.

Потенциал коллектора триода 5-Т12 станет положительным и будет удерживать туннельный диод 5-Д18 в «низком» состоянии, блокируя схему строб-импульса развертки.

Отрицательный импульс, вырабатываемый схемой формирователя импульсов, когда триод 5-Т4 закрывается, открывает триод 5-Т8. Триод 5-Т12 закрывается и туннельный диод 5-Д18 способен переброситься от действия запускающего импульса.

Когда переключатель «РЕЖИМ Б» установлен в положение «ЖДУЩ.», схемы строб-импульса развертки, разъединительного диода и генератора развертки работают так, как было описано в разделе «Генератор развертки А» для режима «ЖДУЩ.» при действии запускающего импульса.

Однако, в положениях «Б ПОДСВ. А» и «Б» переключателя «ВИД РАЗВЕРТКИ», генератор развертки Б не будет синхро-

низироваться, когда переключатель «РЕЖИМ Б» установлен в положение «АВТ.».

Когда триод 5-T12 закрыт, ток протекает через 5-R49, 5-R46 и 5-D18. Этого тока недостаточно для переключения диода 5-D18. Однако в положении «Б» через 5-R45 поступает дополнительный ток. Суммарный ток достаточен для переключения диода 5-D18. Хотя развертка Б не синхронизируется, ее изображение на экране будет устойчивым, так как она каждый раз будет начинаться с определенной точки развертки А.

Если развертка А заканчивается раньше развертки Б, положительный импульс, выработанный триодом 5-T7 во время обратного хода развертки А, закроет триод 5-T8. Триод 5-T12 откроется и прекратит развертку Б, удерживая туннельный диод 5-D18 в «низком» состоянии.

5. 3. 39. Усилитель горизонтального отклонения

Горизонтальный усилитель состоит из входного усилителя 5-T16, 5-T17, фазоинвертора (5-T18, 5-T19), ограничивающей схемы (5-D31, 5-D32, 5-D33, 5-D34) и выходного усилителя. Схема горизонтального усилителя представлена на рис. 14.

5. 3. 40. Входной усилитель

Вид входного сигнала для усилителя горизонтального отклонения выбирается переключателем В13 «ВИД РАЗВЕРТКИ».

В положениях «А», «Б ПОДСВ. А», «Б» отрицательное пилообразное напряжение поступает на входной каскад на триоде 5-T16 или от генератора развертки А, или от генератора развертки Б. В положении «ВНЕШ.» внешний сигнал поступает на входной каскад на триоде 5-T17. Входной усилитель имеет низкое входное сопротивление и управляемое током по базе.

В положении «ВНЕШ.» множитель развертки В14 автоматически устанавливается в положение « $\times 0,1$ ». Сигнал для внешнего горизонтального отклонения поступает от синхронизатора Б на базу триода 5-T17.

Переключателем источника синхронизации Б (В16) можно выбрать и внутренний сигнал из канала I (переключатель В8 «ВНУТР. СИНХР.» установлен в положение «1»), и внешний сигнал, подаваемый на входной разъем «ВХОД Х». Когда выбран внутренний сигнал, коэффициент отклонения канала I, установленный переключателем В2 «ВОЛЬТ/ДЕЛ.» становится коэффициентом отклонения по горизонтали. Более подробные сведения об отклонении луча по горизонтали внешним сигналом приведены в описании раздела «СИНХРОНИЗАТОР Б».

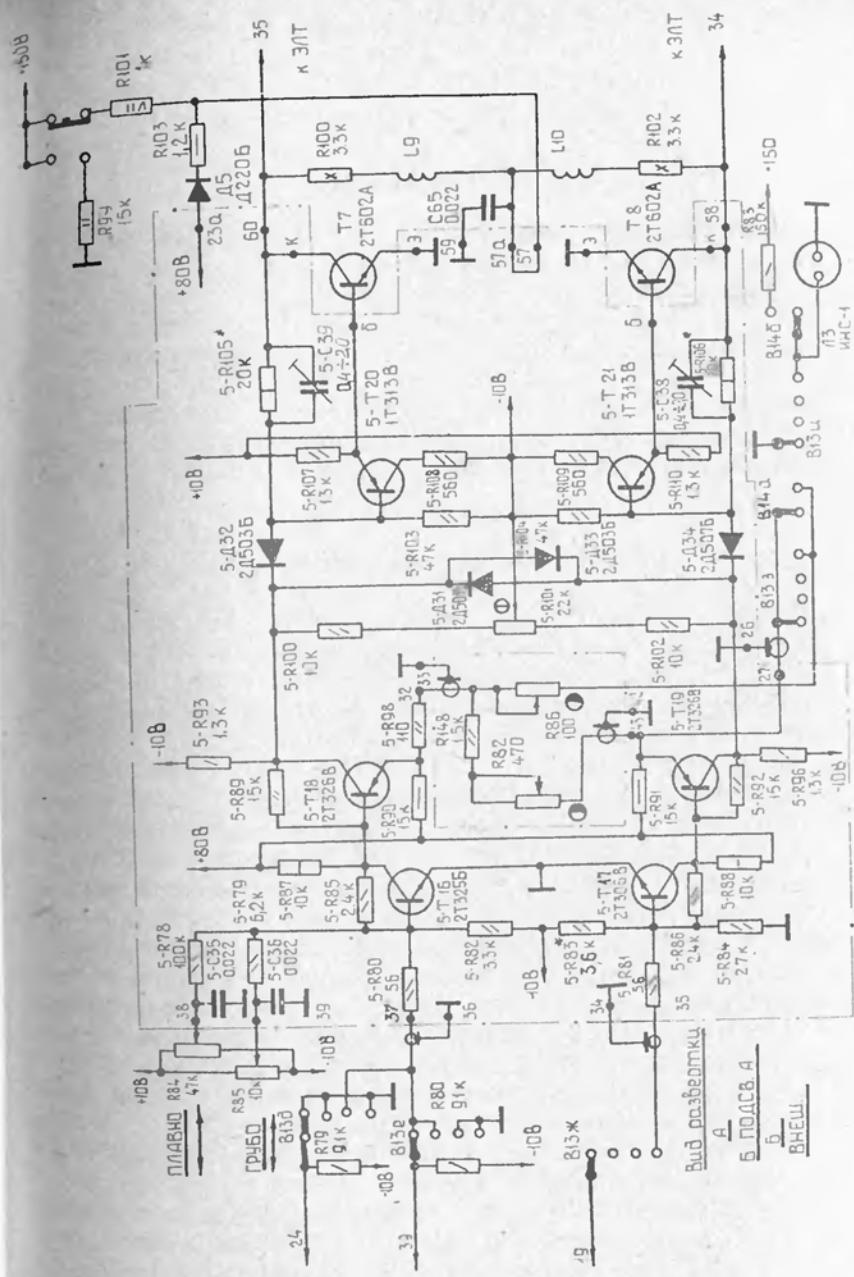


Рис. 14. Схема усилителя горизонтального отклонения.

Горизонтальное перемещение производится ручкой «ГРУ-БО» — R85 и «ПЛАВНО» — R84.

Изменение горизонтального положения луча производится изменением входного тока усилителя на триоде 5-T16.

5. 3. 41. Фазоинвертор

Фазоинвертор на триодах 5-T18 и 5-T19 преобразует однотактный входной сигнал в двухтактный. Усиление этого каскада обратно пропорционально сопротивлению между эмиттерами триодов 5-T18 и 5-T19. Переключатель В14 увеличивает калиброванное усиление в 10 раз подключением параллельного эмиттерного сопротивления (общее сопротивление между эмиттерами уменьшается). Переменные резисторы R82 (усиление $\times 1$) и R86 (усиление $\times 10$) регулируют общее усиление горизонтального усилителя при обычной (1) и умноженной (0,1) развертках.

5. 3. 42. Оконечный усилитель

Выход фазоинвертора соединяется с оконечным усилителем на триодах 5-T20, T7, 5-T21, T8; каждое плечо усилителя можно рассматривать, как однотактный усилитель с обратной связью, усиливающий входной токовой сигнал до необходимой величины, достаточной для горизонтального отклонения луча электронно-лучевой трубки. Входное сопротивление каскада мало, изменения входного напряжения незначительны. Конденсаторы 5-C38 и 5-C39 регулируют переходную характеристику каскада для получения высокой линейности при быстрых развертках.

Потенциометр 5-R101 регулирует выходной ток оконечного усилителя для получения неподвижности изображения при растяжке в центре экрана в том случае, когда на эмиттерах фазоинверторов равные потенциалы. Величина сигнала выходного усилителя ограничивается последовательно включенными диодами 5-Д32 и 5-Д34, которые предотвращают насыщение триодов выходного усилителя. Когда выходное напряжение падает ниже 5 В, последовательно включенный диод закроется и откроется один из параллельно включенных диодов 5-Д33, 5-Д31. Он закорачивает вход, в результате чего ограничивается верхний предел напряжения триода.

Кнопка «ПОИСК ЛУЧА» Кн2 уменьшает изображение по горизонтали, ограничивая ток триодов T7, T8. Когда кнопка нажата, питание от источника +150 В прекращается и каскад запитывается от источника +80 В через D5, R103.

С уменьшением тока выходного каскада уменьшается величина выходного напряжения.

Резистор R99 в этом случае служит нагрузкой для источника +150 В.

5. 3. 43. Калибратор

Калибратор состоит из генератора (3-T18, 3-T21), выходного усилителя (3-T22) и выходного делителя (3-R106, R87).

Схема калибратора изображена на рис. 15.

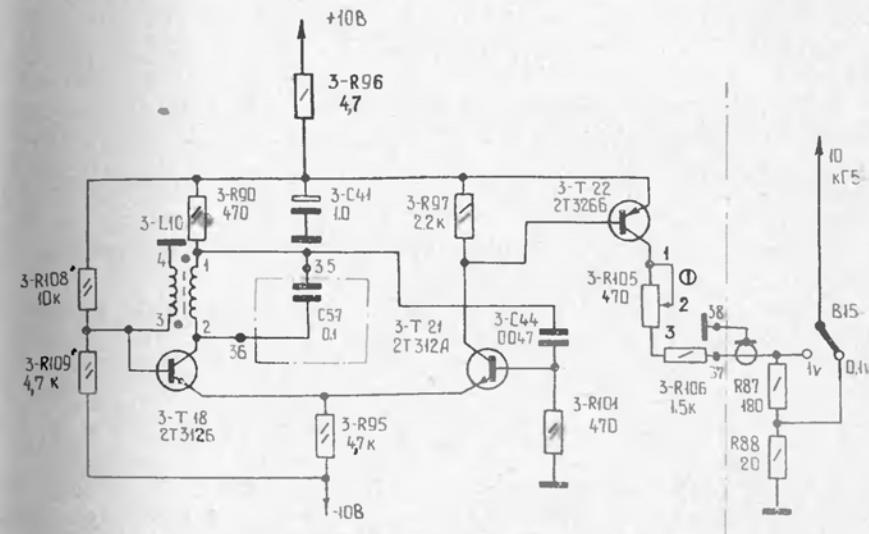


Рис. 15. Схема калибратора амплитуды и длительности.

5. 3. 44. Генератор

Частота генератора определяется трансформатором 3-L10 и емкостью (C57) в коллекторе триода 3-T18.

Точность и стабильность частоты этой схемы обеспечивается высококачественным конденсатором, температурный коэффициент которого противоположен по знаку температурному коэффициенту трансформатора 3-L10.

Генерация осуществляется за счет обратной связи обмотки 3-L10 на базу триода 3-T18.

Конденсатор 3-C44 осуществляет положительную обратную связь к базе триода 3-T21, обеспечивая совместно с обратной связью к базе триода 3-T18, быстрое переключение триода 3-T18

при запирании и отпирании. Выходной сигнал прямоугольной формы с триода 3-T21 подается на выходной усилитель 3-T22.

5. 3. 45. Выходной усилитель

Выходной усилитель на триоде 3-T22 работает в режиме переключения в зависимости от сигнала на базе.

Когда триод 3-T21 открыт, триод 3-T22 будет насыщен и коллекторное напряжение возрастает до +10 В. На выходе +10 В делятся до 1 В на разъеме «ВЫХОД П КАЛИБР.», когда переключатель калибратора установлен в положение 1 В. Когда триод 3-T21 закрыт, напряжение на коллекторе 3-T22 падает до нуля.

Выходной сигнал имеет крутые фронты, благодаря быстрому переключению триодов 3-T18 и 3-T21.

5. 3. 46. Выходной делитель

Выходной делитель 3-R105, 3-R106, R87, R88 обеспечивает два выходных напряжения калибратора.

В положении переключателя В15 «1 В» напряжение снимается с коллектора триода 3-T22 через 3-R106; в положении «0,1 В» выходной сигнал снимается с делителя R87—R88.

5. 3. 47. Выносной делитель 1 : 10

Для расширения диапазона напряжений исследуемых сигналов применяется выносной делитель, предназначенный для деления входного сигнала 1:10. Принципиальная схема делителя изображена на рис. 16.

Конструктивно выносной делитель 1:10 представляет собой приборную часть (с подстроичными элементами R2, R3, C3), которая связана гибким кабелем (РК-200-2-11) длиной 1 м с рабочим щупом.

Приборная часть состоит из разъема, крышки, печатной платы с монтажными элементами, корпуса, имеющего отверстия для доступа к регулировочному элементу С3.

Рабочий щуп представляет собой посеребренный металлический корпус карандашной формы, внутри которого имеется RC-цепочка (R1, C1).

Потенциометры R2, R3 предназначены для настройки частотной характеристики делителя, а подстроечный конденсатор С3 — для регулировки прямоугольной формы импульса.

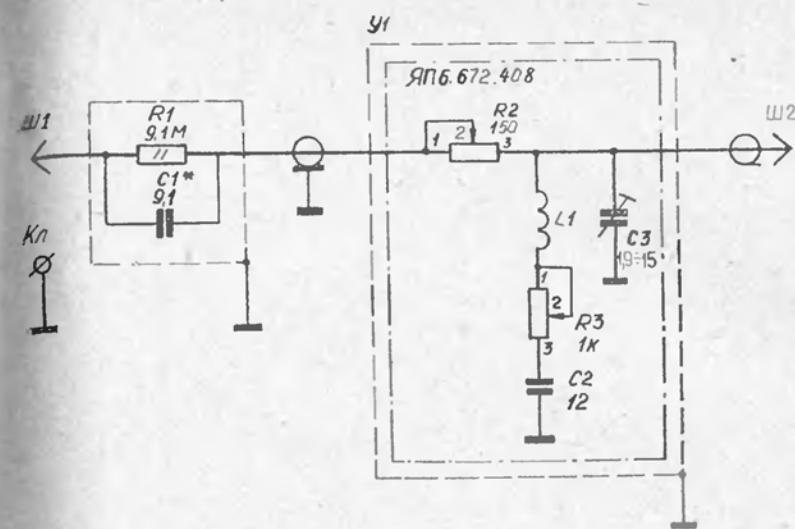


Рис. 16. Делитель 1 : 10.

Максимальная амплитуда входного сигнала составляет 300 В; параметры входа: $R_{\text{вх}} = 10 \text{ МОм} \pm 10\%$, $C_{\text{вх}} \leq 12 \text{ пФ}$. Погрешность деления $\pm 10\%$.

5. 3. 48. Усилитель «Z»

При помощи усилителя «Z» осуществляется управление яркостью и подсветом луча электронно-лучевой трубы Л7. Различные сигналы, поступающие на вход усилителя, преобразуются в импульсы, с помощью которых увеличивается и уменьшается яркость луча, полностью гасится изображение или отдельные его участки.

Входные сигналы поступают на эмиттер триода 4-T3 (рис. 17). Триод обеспечивает нагрузку для всех входных сигналов.

Диоды 4-Д5 и 4-Д6 защищают схему от больших напряжений при минимальной яркости подсвета луча. Триоды 4-T2 и 4-T4 усиливают сигнал. Конденсатор 4-C5 обеспечивает В.Ч. коррекцию. Выходной сигнал снимается с триода 4-T1.

Диод 4-Д2 улучшает передачу отрицательного фронта.

Сигналы на усилитель поступают от следующих источников:
а) от генератора развертки А — для подсвечивания изображения во время развертки А;

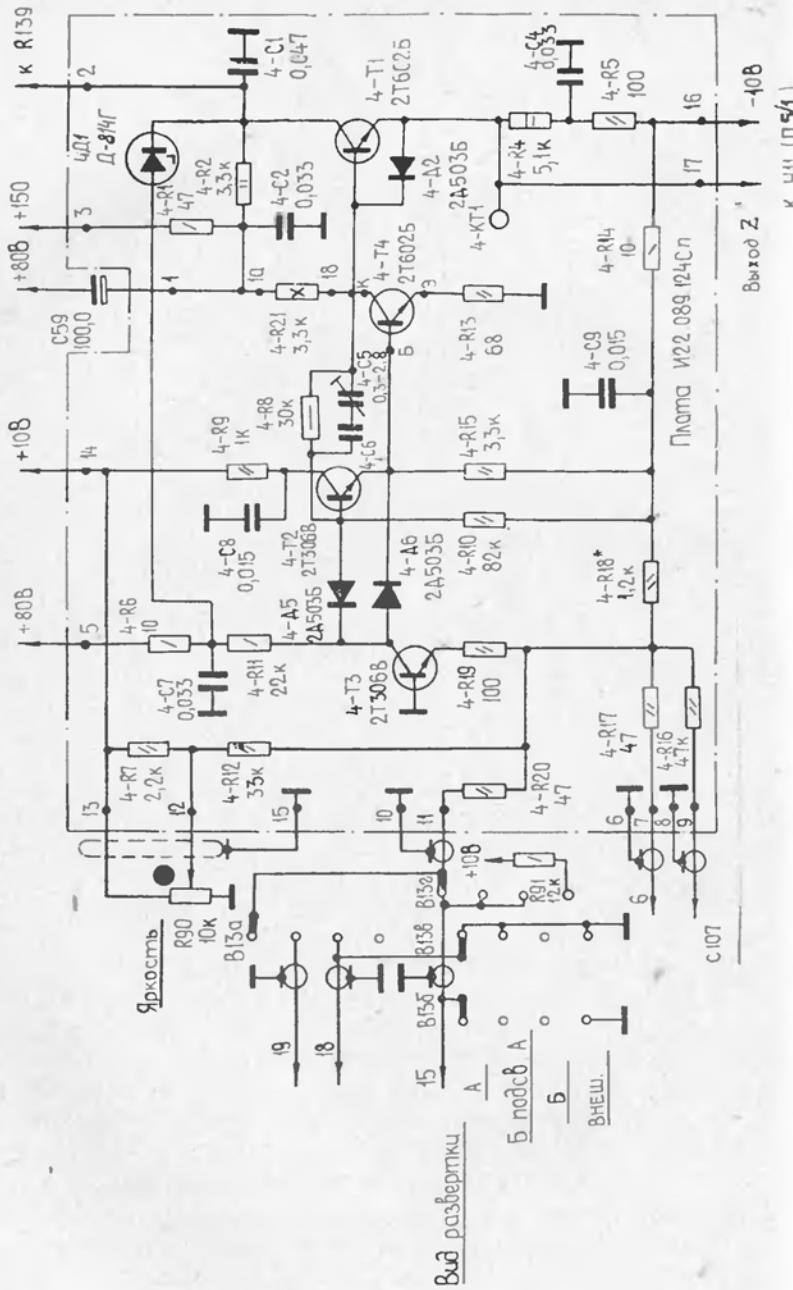


Рис. 17. Схема усилителя «Z».

б) от генератора развертки Б — для подсвечивания изображения при положении переключателя «ВИД РАЗВЕРТКИ» — «Б»;

в) от генератора развертки Б — для подсвечивания изображения развертки Б при положении переключателя «Б ПОДСВ. А»;

г) от схемы коммутатора вертикального канала — для гашения переходных процессов при переключении каналов;

«Z». Структура концептуала «Z» изображена на рис. 17.

Схема усилителя «Z» изображена на рис. 17.

Потенциометр «ЯРКОСТЬ» (R90), подсоединеный между источником +10 В и землей, изменяет ток через триод 4-Т3. При вращении ручки «ЯРКОСТЬ» против часовой стрелки, ток через триод 4-Т3 будет уменьшаться. Выходной сигнал усилителя и напряжение управляющей сетки электронно-лучевой трубки будут более отрицательными, чем напряжение смещения трубки, которое гасит луч.

При уменьшении тока напряжение на коллекторе триода 4-Т3 становится положительным и диод 4-Д5 закрывается, а 4-Д6 — открывается.

В случае максимальной яркости через триод 4-Т3 протекает максимальный ток. При этом ток через триод 4-Т1 также увеличивается, вырабатывая более положительное сеточное смещение ЭЛТ, что увеличивает яркость изображения. Опорный диод 4-Д1, подсоединенный к источнику +80 вольт, фиксирует коллекторное напряжение 4-Т1 на уровне +95 при максимальной яркости. Это напряжение подается на регулировку «АСТИГ.».

Подсвечивание изображения разверток происходит аналогично.

Во время обратного хода развертки изображение на экране не подсвечивается вследствие того, что через триод 4-Т3 протекает минимальный ток. Это повышает выходной уровень триода 4-Т1 до уровня, установленного ручкой «ЯРКОСТЬ», обеспечивая видимость луча на экране. Когда переключатель В13 «ВИД РАЗВЕРТКИ» находится в положении «Б ПОДСВ. А», на экране будет наблюдаться подсвеченный участок развертки А.

В положении «ВНЕШ.» переключателя В13 на эмиттер триода 4-Т3 подается +10 В через R91. На экране можно наблюдать внешний горизонтальный сигнал.

Импульс гашения от схемы коммутатора вертикального канала гасит ход луча на время переключения каналов. До переключения ток протекает через 4-R17 (рис. 6). При переклю-

чении коммутатора триод 1-Т18 усилителя гасящего импульса временно закрывается, уменьшая ток через триод 4-Т3. Вследствие этого выходной уровень сигнала усилителя «Z» уменьшается, переходные процессы, возникающие при переключении, не подсвечиваются.

Сигнал, поступающий на гнездо «ВХОД Z», подается на катод электронно-лучевой трубы и усилитель «Z».

Низкочастотные сигналы не поступают на катод ЭЛТ, так как блокируются конденсатором С108. Они проходят на усилитель «Z», уменьшая яркость, если они положительны, и увеличивая ее, если отрицательны. Высокочастотные сигналы подаются непосредственно на катод ЭЛТ, вызывая тот же эффект, что и НЧ сигналы, проходящие на усилитель «Z».

Этим обеспечивается почти постоянная яркостная модуляция от 1 Гц до 50 МГц.

5. 3. 49. Управление электронно-лучевой трубкой

Высоковольтный трансформатор Тр1 (У11) имеет выходную обмотку, которая обеспечивает отрицательное и положительное ускоряющие напряжения и напряжение смещения электронно-лучевой трубы. Положительное ускоряющее напряжение, составляющее +8,5 кВ, подается от выпрямителя напряжения Д1-Д10 (У4). Заземление этого источника осуществляется через резистивную спираль внутри трубы, вывод 7 и R141 (рис. 18).

Отрицательное ускоряющее напряжение для катода электронно-лучевой трубы поступает от однополупериодного выпрямителя Д1-Д3 (У2). Выходное напряжение равно минус 1,9 кВ.

Выпрямитель И23.215.208 (У3) обеспечивает отрицательное напряжение управляющей сетки. Уровень выходного напряжения изменяется потенциометром R1 (У11) для регулировки сечного смещения электронно-лучевой трубы.

Импульс подсвета от усилителя «Z» подается на вывод «3» схемы выпрямителя И23.215.208 (У3).

Фокусировка изображения регулируется ручкой «ФОКУС» (R134). Делитель R145, R134, R159* подсоединен между источником питания минус 1,9 кВ и корпусом.

Напряжение, приложенное к фокусировочной сетке, более положительное (относительно корпуса), чем напряжение управляющей сетки или катода.

Потенциометр R139 осуществляет регулировку астигматизма, которая наряду с регулировкой фокуса обеспечивает рез-

кость и четкость изображения, изменяя положительный уровень сетки астигматизма электронно-лучевой трубы.

Регулировка геометрических искажений производится потенциометром R142. Изменяя положительный потенциал на горизонтальных отклоняющих пластинах, добиваются устранения геометрических искажений изображения.

Два потенциометра (R130, R131) управляют ходом луча, изменяя магнитное поле вокруг трубы.

Сигнал, подаваемый на «ВХОД Z», прикладывается как к цепи катода, так и к цепи управляющей сетки через усилитель «Z».

5. 3. 50. Блок питания

Блок питания обеспечивает питающими напряжениями осциллограф при включении его в сеть переменного тока $220 \text{ В} \pm 10\%$ с частотой $50 \text{ Гц} \pm 1\%$, $220 \text{ В} \pm 5\%$ и $115 \text{ В} \pm 5\%$ частотой $400 \pm 12 \text{ Гц}$ и содержанием гармоник до 5%.

Электрические данные блока питания сведены в таблицу 2.

Таблица 2

Наименование напряжения, В	Ток нагрузки, А	Коэффициент стабилизации	Напряжение пульсации, В	Примечание
+6,3	0,6	1000	0,002	
-6,3	0,3	1000	0,002	
+10	0,4	1000	0,002	
-10	0,5	1000	0,002	
+80	0,25	1000	0,008	
+150	0,12	2	4	
+8500	0,0001	20	40	
-1900	0,0007	20	0,7	
-1980	0,0002	20	0,5	
~6,3	0,35	—	—	Источник под потенциалом 1900 В
~9	0,2	—	—	
+27	0,6	—	2	Для питания вентилятора и преобразователя высоковольтного

Схема блока питания изображена на рис. 18-21.

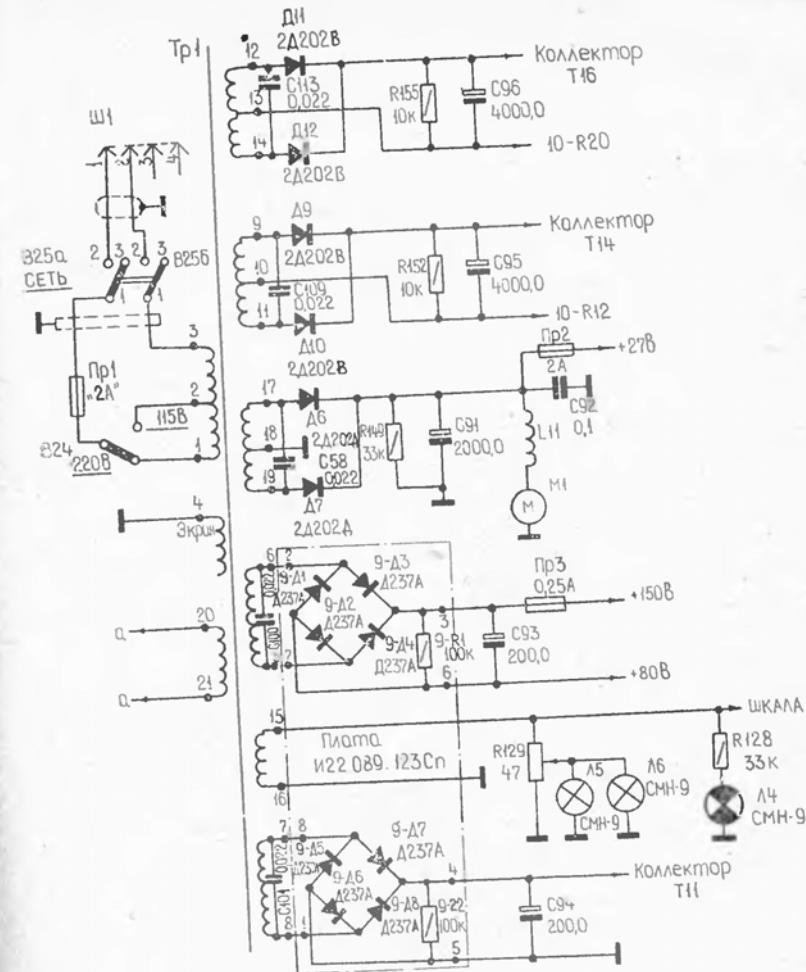
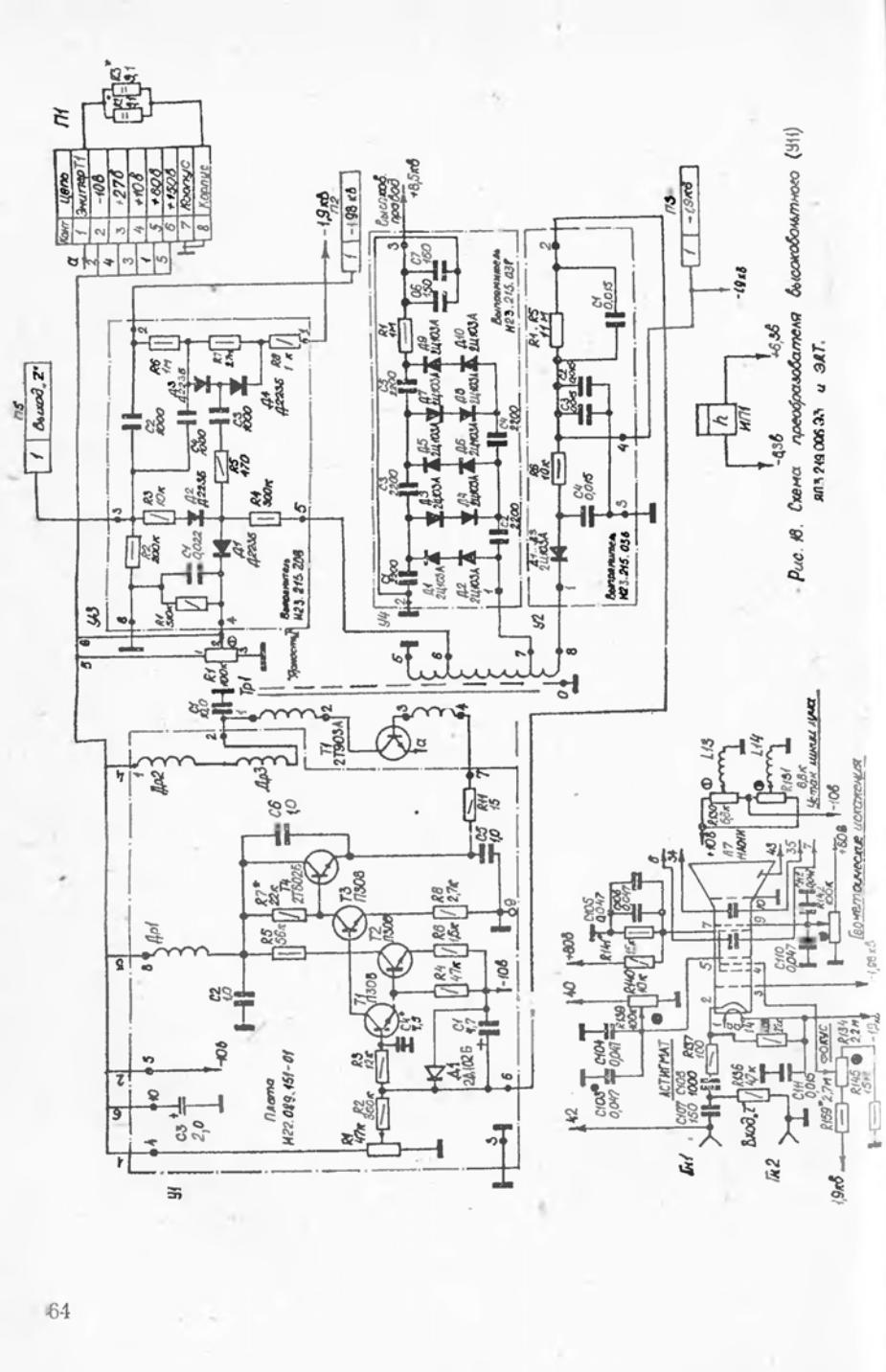


Рис. 19. Схема выпрямителей.

Выпрямитель стабилизатора +10 В выполнен на двухполупериодной схеме со средней точкой на диодах Д9, Д10. Выпрямленное напряжение фильтруется емкостным фильтром (конденсатор С95) и подводится к стабилизатору, в котором Т14 — регулирующий триод, Т13 10-Т5 — составные триоды, 10-Т4 — триод усиления обратной связи, 10-Д7 — триод защиты источника +10 В от коротких замыканий, 10-Д7 — термоком-

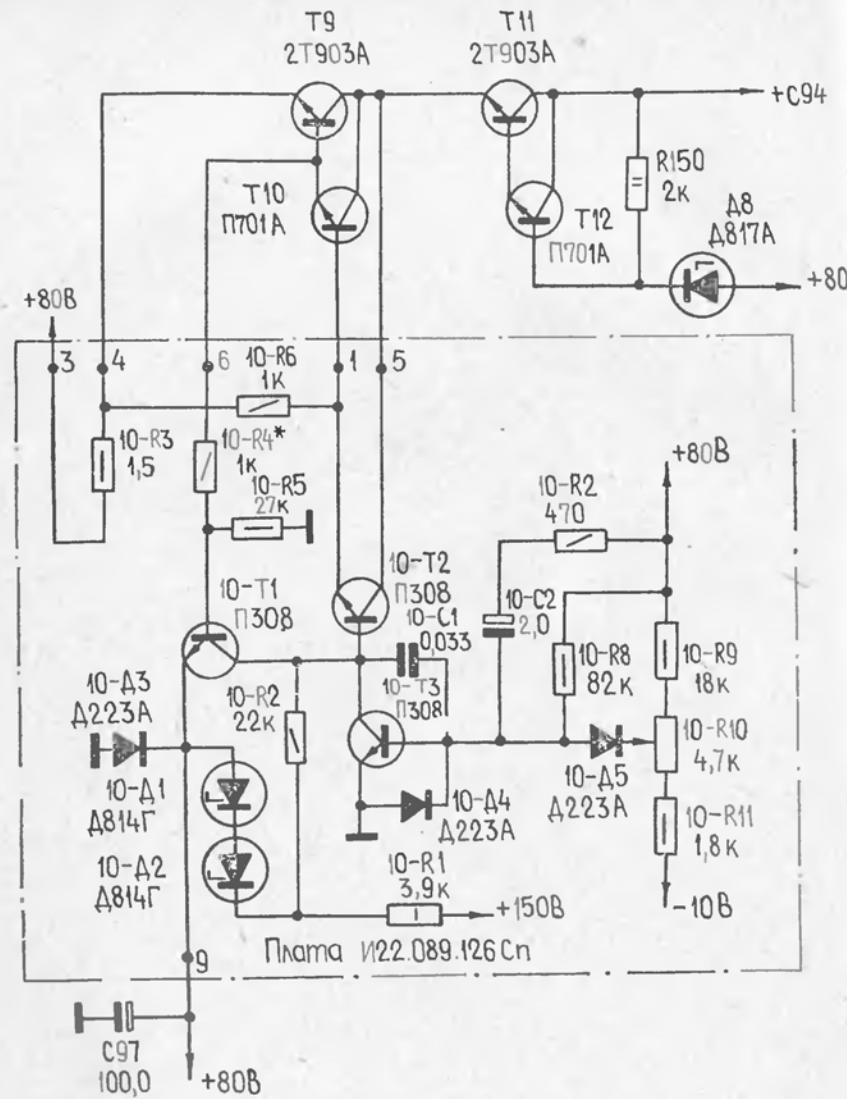


Рис. 20. Схема стабилизатора +80 В.

пенсирующий диод. Диод 10-Д6 защищает транзистор 10-Т6 при коротких замыканиях источника +10 В.

Величину напряжения +10 В можно регулировать в пределах 9–11 В потенциометром 10-R18.

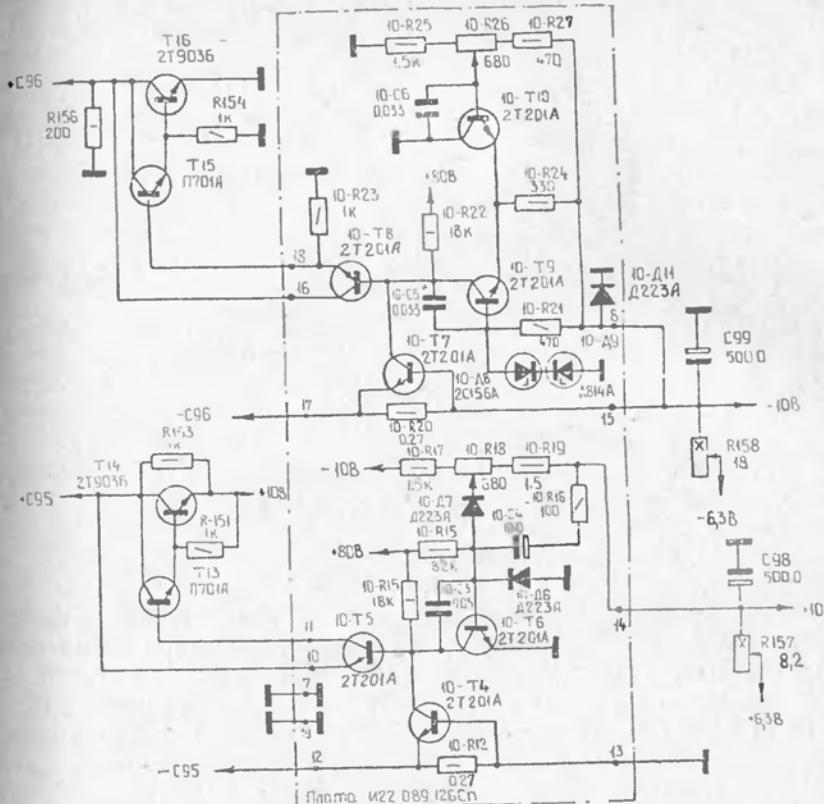


Рис. 21. Схема стабилизаторов +10 В и минус 10 В.

При увеличении напряжения питающей сети напряжение на выходе стабилизатора увеличивается, увеличивая положительный потенциал базы триода 10-Т6. Триод приоткрывается, подзаряжая триоды 10-Т5, Т13, Т14. Выходное напряжение остается постоянным. Стабилизация напряжения осуществляется также при уменьшении питающего напряжения и при изменении тока нагрузки.

Для получения +6,3 В используется источник +10 В и резистор R157.

Выпрямитель стабилизатора минус 10 В выполнен на диодах Д11, Д12 по двухполупериодной схеме со средней точкой. Выпрямленное напряжение фильтруется емкостным фильтром (конденсатор C96) и подается на стабилизатор напряжения, в котором Т16 регулирующий триод, Т15, 10-Т8 — составные трио-

ды, 10-T9, 10-T10 — триоды дифференциального усилителя на напряжения обратной связи, 10-T7 — триод защиты источника минус 10 В от коротких замыканий.

Опорное напряжение снимается со стабилитронов 10-D8, 10-D9. Напряжение минус 10 В является опорным для стабилизаторов +10 В и +80 В.

Диод 10-D11 защищает стабилизатор минус 10 вольт при попадании на него напряжений +10 В, +80 В, а также отключает его при коротком замыкании источника +10 В.

Величину напряжения минус 10 В регулируют в пределах 9÷11 В потенциометром 10-R26.

При увеличении напряжения питающей сети напряжение на выходе стабилизатора увеличивается, что вызывает увеличение напряжения на базах триодов 10-T9, 10-T10. Они приоткрываются, подзапирая триоды 10-T8, T15, T16. Выходное напряжение остается постоянным.

При коротком замыкании источника минус 10 В увеличивается положительный потенциал на базе триода 10-T7. Он открывается, подзапирая триоды 10-T8, T15, T16.

Для получения напряжения минус 6,3 В используется источник минус 10 В и резистор R158.

Выпрямитель стабилизатора +80 В выполнен по мостовой схеме на диодах 9-D5÷9-D8. Выпрямленное напряжение фильтруется емкостным фильтром C94 и подводится на стабилизатор напряжения, в котором T9, T11 — регулирующие триоды, T10, T12, 10-T2 — составные триоды, 10-T3 — усилитель напряжения обратной связи, 10-T1 — триод защиты источника +80 В от перегрузок, 10-D5 — термокомпенсирующий диод.

При коротком замыкании источника +80 В увеличивается напряжение на резисторе 10-R3, триод 10-T1 открывается, подзапирая триоды 10-T2, T9, T12. Диод D8 выравнивает напряжение на регулирующих транзисторах T9 и T11 при коротком замыкании источника +80 В.

Величину напряжения +80 В можно регулировать в пределах 75÷85 вольт потенциометром 10-R10. Конденсаторы 10-C1 и С97 устранили возможность самовозбуждения стабилизатора +80 В.

Выпрямитель стабилизатора +150 В выполнен по мостовой схеме на диодах 9-D1÷9-D4. Выпрямленное напряжение фильтруется емкостным фильтром C93. Напряжение на конденсаторе С93 суммируется с напряжением +80 В и таким образом получается напряжение +150 В. Предохранитель Пр3 служит для защиты источника +150 В от перегрузок.

Выпрямитель источника +27 В, питающий вентилятор M1 и преобразователь высоковольтный, выполнен по двухполупериодной

схеме на диодах Д6, Д7. Выпрямленное напряжение фильтруется емкостным фильтром (конденсатор С91). Предохранитель Пр2 служит для защиты источника от коротких замыканий.

Преобразователь высоковольтный изображен на рис. 18. Он выдает постоянные стабилизированные напряжения минус 1,9 кВ, минус 1,98 кВ, +8,5 кВ. Питание его осуществляется напряжениями +27 В, +80 В, +10 В, минус 10 В, +150 В.

В преобразователе транзистор T1 (У11) и подсоединенная к нему схема образуют генератор класса «С»,рабатывающий синусоидальное напряжение частотой 18÷40 кГц. Транзистор T1 (У11) кроме функций генератора выполняет функции регулятора. Он поддерживает постоянное напряжение на первичной и вторичной обмотках трансформатора Tr1 (У11) при изменении напряжения +27 В. При увеличении напряжения +27 В увеличивается напряжение источника минус 1,9 кВ. Через делитель R1÷R5 (У2), R1 (У1), R2 (У1) часть этого отрицательного напряжения прикладывается к транзисторам T1 (У1), T2 (У1). Они закрываются, приоткрывая транзистор T3 (У1). Транзистор T3 (У1) закрывает транзистор T4 (У1). Сопротивление коллектор-эмиттер транзистора T4 (У1) увеличивается, уменьшая базовый ток транзистора T1 (У11) и он закрывается, оставляя неизменным напряжение на первичной и вторичной обмотках трансформатора Tr1 (У11).

Стабилизация напряжения минус 1,9 кВ происходит также при уменьшении питающего напряжения +27 В и изменении тока нагрузки. Стабилизация напряжений минус 1,98 кВ и 8,5 кВ происходит только при изменении питающего напряжения +27 В и изменении тока нагрузки.

Регулировка всех напряжений осуществляется потенциометром R1 (У1), а напряжение минус 1,98 кВ дополнительно потенциометром R1 (У11).

Выпрямитель минус 1,98 кВ выполнен на диодах D1÷D3 (У2) по однополупериодной схеме. Выпрямленное напряжение фильтруется сначала емкостным фильтром С4 (У2), а затем RC фильтром — R6, С2, С3 (У2).

Выпрямитель И23.215.208 (У3) предназначен для получения напряжения минус 1980 В. Переменное напряжение, снимаемое с вывода (6) трансформатора Tr1 (У11), ограничивается диодами D1, D2 (У3) и подается на двухполупериодный выпрямитель на диодах D3, D4 (У3).

Диоды D3, D4 (У3) и резистор R7 (У3) выполняют также функцию привязки уровня импульса подсвета. Уровень ограничения и тем самым величина выходного напряжения задается

переменным резистором R1 (У11). Выпрямленное напряжение порядка минус 80 В после диодов Д3, Д4 (У3) суммируется с напряжением минус 1900 В и таким образом на выходе получаем напряжение минус 1980 В.

Выпрямитель +8,5 кВ выполнен по однополупериодной схеме выпрямления с упятерением напряжения (диоды Д1÷Д10 (У4) и конденсаторы С1÷С5 (У4). Умноженное напряжение фильтруется RC фильтром R1, С6, С7 (У4).

5. 4. НАЗНАЧЕНИЕ ОРГАНОВ УПРАВЛЕНИЯ

5. 4. 1. Органы управления и присоединения (рис. 1) расположенные на лицевой панели:

«СЕТЬ» — тумблер включения и выключения прибора: свечение сигнальной лампочки указывает, что осциллограф включен;

«ЯРКОСТЬ» — устанавливает необходимую яркость изображения;

«ФОКУС» — регулирует четкость изображения;

«ПОИСК ЛУЧА» — возвращает изображение в пределы экрана при нажатии в том случае, когда изображение выходит за пределы экрана;

«ШКАЛА» — регулирует освещение шкалы.

Канал вертикального отклонения

«ВОЛЬТ/ДЕЛ.» — устанавливает коэффициент отклонения соответствующего канала;

«УСИЛЕНИЕ» — обеспечивает плавную регулировку коэффициента отклонения — перекрытие не менее, чем 2,5 раза в каждом положении переключателя «ВОЛЬТ/ДЕЛ.»;

«» — регулирует перемещение луча по вертикали;

«БАЛАНСИР.» — балансирует вертикальный усилитель в положениях «0,005», «0,01» и «0,02» переключателя «ВОЛЬТ/ДЕЛ.»;

«КОРР.» — регулирует усиление усилителя; цвет этой надписи и положения «0,02» переключателя «ВОЛЬТ/ДЕЛ.» указывает на то, что усиление необходимо подстраивать в этом положении переключателя «ВОЛЬТ/ДЕЛ.»;

« $\approx \perp \sim$ » — устанавливает режим работы входа усилителя;

« \approx » — на вход усилителя поступает исследуемый сигнал вместе с постоянной составляющей;

« \perp » — вход усилителя отключается от источника исследуемого сигнала и заземляется;

« \sim » — на вход усилителя исследуемый сигнал поступает через разделительный конденсатор;

«ВХОД» — высокочастотное гнездо для подачи исследуемых сигналов;

«РЕЖИМ РАБОТЫ» — выбирает режим работы канала вертикального отклонения;

«I» — на экране ЭЛТ наблюдается сигнал канала I;

«II» — на экране ЭЛТ наблюдается сигнал канала II;

«ПРЕР.» — на экране ЭЛТ наблюдаются изображения сигналов обоих каналов; переключение каналов осуществляется с частотой порядка 500 кГц;

«ПООЧЕР.» — на экране ЭЛТ наблюдаются изображения сигналов обоих каналов; переключение каналов осуществляется в конце каждого прямого хода развертки;

«I±II» — на экране ЭЛТ наблюдается алгебраическая сумма сигналов каналов I и II;

«ВНУТР. СИНХР.» — выбирает источник внутреннего синхронизирующего сигнала;

«I, II» — развертка синхронизируется сигналами обоих каналов (или одного); сигнал канала I поступает на высокочастотное гнездо «ВЫХОД I КАН.»;

«I» — развертка синхронизируется только сигналом канала I;

«ПОЛЯРНОСТЬ» — изменяет полярность исследуемого сигнала канала II;

«+» — фаза сигнала не меняется;

«—» — фаза сигнала изменяется на 180°.

Синхронизация А и Б

«+, —» — выбирается полярность сигнала, синхронизирующего развертку;

«+» — развертка синхронизируется положительной частью запускающего сигнала; «—» — отрицательной частью;

«~, ~ВЧ, ~НЧ, ≈» — выбирается режим запуска схемы синхронизации;

«~» — не проходит постоянная составляющая и сигналы частотой ниже 30 Гц ослабляются;

«~ВЧ» — не проходит постоянная составляющая и ослабляются сигналы частотой ниже 30 кГц;

«~НЧ» — не проходит постоянная составляющая и ослабляются сигналы частотой выше 30 кГц;

«~» — проходит сигнал с постоянной составляющей;
«ВНУТР., СЕТЬ, ВНЕШ. 1:1, ВНЕШ. 1:10» — выбирает источник синхронизирующего сигнала;

«ВНУТР.» — синхронизация развертки осуществляется исследуемым сигналом из канала вертикального отклонения. Источник внутреннего синхронизирующего сигнала выбирается переключателем «ВНУТР. СИНХР.»;

«СЕТЬ» — развертка синхронизируется частотой питающей сети;

«ВНЕШ. 1:1» — развертка синхронизируется внешним сигналом, поданным на высокочастотное гнездо «ВХОД»;

«ВНЕШ. 1:10» — внешний синхронизирующий сигнал ослабляется в 10 раз;

«УРОВЕНЬ» — выбирает уровень амплитуды сигнала, запускающего развертку;

«ВХОД» — входное высокочастотное гнездо для внешнего синхронизирующего сигнала; высокочастотное гнездо «ВХОД X» синхронизации Б используется в качестве внешнего горизонтального входа, когда переключатель «ВИД РАЗВЕРТКИ» находится в положении «ВНЕШ.»;

«СТАБ. ВЧ» — обеспечивает получение устойчивого изображения сигналов выше 10 МГц (только для развертки А);

«+» — клемма корпусная, используется для заземления корпуса прибора;

Развертка А и Б

«МНОЖИТЕЛЬ ЗАДЕРЖКИ» — обеспечивает изменение задержки развертки от 0,5 до 10 делений. Время задержки определяется переключателем «А ВРЕМЯ/ДЕЛ.»;

«↔» — регулирует перемещение луча по горизонтали;

«ГРУБО» — осуществляет горизонтальное перемещение в пределах всего экрана;

«ПЛАВНО» — осуществляет плавную регулировку по горизонтали;

«А и Б ВРЕМЯ/ДЕЛ.» — переключатель «А ВРЕМЯ/ДЕЛ.» устанавливает скорость развертки А и время задержки, которое умножается на значение, установленное ручкой «МНОЖИТЕЛЬ ЗАДЕРЖКИ». Переключатель «Б ВРЕМЯ/ДЕЛ.» устанавливает скорость развертки Б (задержанная развертка);

«ДЛИТЕЛЬНОСТЬ А» — обеспечивает плавную регулировку скорости развертки А;

«РЕЖИМ А» — устанавливает режим работы развертки А;

«АВТ.» — в этом режиме вырабатывается пилообразное напряжение независимо от запускающего сигнала. Синхронизация осуществляется любым сигналом с частотой не ниже 30 Гц;

«ЖДУЩ.» — запуск развертки осуществляется только при наличии синхронизирующего сигнала;

«ОДНОКР.» — запуск развертки осуществляется одиночным сигналом; для следующего запуска необходима подготовка схемы (кнопка «ГОТОВ»);

«ВИД РАЗВЕРТКИ» — устанавливает режим горизонтальной развертки;

«А» — горизонтальная развертка вырабатывается схемой развертки А. Развертка Б не работает;

«Б ПОДСВ. А» — работают развертки А и Б; в этом положении проверяется длительность и положение развертки Б относительно А;

«Б» — устанавливается переключателем «Б ВРЕМЯ/ДЕЛ.». Режим развертки определяется положением переключателя «РЕЖИМ Б»;

«ВНЕШ.» — линия развертки создается внешним сигналом, который подается на коаксиальное гнездо «ВХОД X» синхронизации Б;

«УМНОЖ. 1—0,1» — увеличивает скорость развертки в положении «0,1» в 10 раз за счет растяжки центрального участка изображения; сигнальная лампочка указывает, когда используется умножение скорости развертки;

«РЕЖИМ Б» — устанавливается режим работы развертки Б;

«АВТ.» — пилообразное напряжение развертки Б вырабатывается автоматически, спустя определенный промежуток времени после начала развертки А; время задержки устанавливается переключателем «А ВРЕМЯ/ДЕЛ.» и ручкой «МНОЖИТЕЛЬ ЗАДЕРЖКИ»;

«ЖДУЩ.» — пилообразное напряжение развертки Б вырабатывается после времени задержки с приходом запускающего импульса;

«СИНХР. А» — свечение лампочки указывает на то, что развертка А синхронизируется и вырабатывается пилообразное напряжение;

«ГОТОВ» — свечение сигнальной лампочки указывает на то, что развертка может быть запущена приходящим сигналом; после окончания цикла развертки следует вновь нажать на кнопку «ГОТОВ», чтобы подготовить схему развертки к новому запуску;

«ДЛИНА А» — регулирует амплитуду развертки А (длину линии развертки на экране ЭЛТ); в крайнем правом положении линия развертки на экране ЭЛТ занимает не менее 10 де-

лений по горизонтали; в крайнем левом — 3 ± 2 деления; уменьшение амплитуды пилообразного напряжения приводит к увеличению частоты повторения развертки Б, что увеличивает яркость изображения развертки Б;

«ВЫХОД КАЛИБР.» — высокочастотное гнездо выхода сигнала калибратора амплитуды и длительности;

5. 4. 2. Органы управления на боковой панели

«АСТИГ.» — используется совместно с ручкой «ФОКУС» для получения четкого изображения;

«ДЛИТ. Б» — обеспечивает плавную регулировку скорости развертки Б;

«КОРР. ДЛИТ.» — подстраивает длительность развертки; «1» — в положении множителя скорости развертки «1»;

«0,1» — в положении множителя скорости развертки «0,1»;

«ВЫХОД I КАН.» — высокочастотное гнездо, на которое поступает сигнал с выхода предусилителя канала 1 (переключатель «ВНУТР. СИНХР.» установлен в положение «I, II»);

«ВЫХОД А» — высокочастотное гнездо, на которое поступает прямоугольный импульс, по длительности совпадающий с разверткой А;

«ВЫХОД Б» — высокочастотное гнездо, на которое поступает прямоугольный импульс, по длительности совпадающий с разверткой Б;

«1; 0,1» — тумблер выбора выходного напряжения калибратора 1 В или 0,1 В;

«УСТАНОВКА ЛИНИИ ЛУЧА» — устанавливает горизонтальную линию луча параллельно центральной линии сетки шкалы;

«ЯРКОСТЬ I» — дополнительная регулировка яркости изображения.

5. 4. 3. Органы управления на задней панели

«ВХОД Z» — низкочастотные гнезда для подачи сигнала, осуществляющего яркостную модуляцию луча ЭЛТ;

«СЕТЬ» — разъем для подключения питающей сети;

«2A» — держатель вставки плавкой сети;

~115V400Hz; ~220V50 Hz 400 Hz — тумблер выбора напряжения питающей сети.

6. УКАЗАНИЯ МЕР БЕЗОПАСНОСТИ

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

Все перепайки делать только при выключенном тумблере

«СЕТЬ», а при перепайках в схеме блока питания и на лицевой панели прибора необходимо вынимать из сети вилку шнура питания ввиду опасности поражения напряжением сети.

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

7. ПОДГОТОВКА ПРИБОРА К РАБОТЕ

7. 1. Общие положения

В случае большой разности температур между складскими и рабочими помещениями, полученные со склада приборы выдерживаются не менее двух часов в нормальных условиях в упаковке.

После длительного хранения в условиях повышенной влажности, приборы перед включением должны быть выдержаны в нормальных условиях в течение 6 часов.

После распаковки проверяется комплектность прибора в соответствии с ведомостью промышленного комплекта.

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

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

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

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 подключением прибора к источнику питания необходимо заземлить корпус прибора.

Примечание. При соединении розетки с вилкой кабельной (соединители радиочастотные типа СР...) соединительные разъемы фиксировать поворотом вращающейся гайки. Запрещается производить соединение, поворачивая корпус вилки.

7. 2. ПОДГОТОВКА К ИЗМЕРЕНИЯМ

7. 2. 1. Регулировка яркости

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

Для предохранения люминофора ЭЛТ от прожигания исключения появления обратного хода луча не следует вводить чрезмерную яркость. Следует учесть, что при переключении переключателей «А и Б ВРЕМЯ/ДЕЛ.» и «ВИД РАЗВЕРТКИ», «РЕЖИМ РАБОТЫ», а также при изменении напряжения питающей сети возможно изменение яркости. В этом случае необходимо ручкой «ЯРКОСТЬ» выставить яркость изображения удобной для наблюдения.

Дополнительная регулировка яркости (при необходимости) осуществляется резистором R1 «ЯРКОСТЬ I» ЯП3.219.006 Э3) выведенным под шлиц на боковую стенку.

7. 2. 2. Установка горизонтальной линии луча

Для проверки совпадения луча ЭЛТ с горизонтальными линиями шкалы установить линию развертки в центре экрана и проверить параллельность ее с центральной горизонтальной линией шкалы при помощи ручки используемого канала. При необходимости добиться параллельности при помощи регулировки потенциометром R131 «УСТАНОВКА ЛИНИИ ЛУЧА» выведенным под шлиц на боковую стенку.

7. 2. 3. Регулировка астигматизма

Для проверки правильной установки ручки «АСТИГ.» медленно вращаем ручку «ФОКУС», проходя через положение наилучшей фокусировки. При правильной установке ручки «АСТИГ.» вертикальные и горизонтальные участки изображения будут хорошо сфокусированы в одном и том же положении ручки «ФОКУС».

Для правильной установки ручки «АСТИГ.» необходимо:

- подать сигнал калибратора величиной 1 В на вход одного из каналов и переключателем «ВОЛЬТ/ДЕЛ.» установить величину изображения 2 деления;
- установить переключатель «ВРЕМЯ/ДЕЛ.» в положение «0,2 ms»;
- в среднем положении ручек «ФОКУС» и «АСТИГ.» установить такую яркость изображения, чтобы был виден фронт колебавшегося импульса.

Установить ручку «АСТИГ.» так, чтобы горизонтальный и вертикальный участки изображения одинаково фокусировались (но не обязательно, чтобы очень хорошо).

При помощи ручки «ФОКУС.» добиться, чтобы вертикальная часть изображения была как можно тоньше. Для получения наилучшей фокусировки два предыдущих пункта можно повторить. Проверить фокусировку при нормальной яркости.

7. 2. 4. Поиск луча

Если изображение находится за пределами видимой части экрана, то при нажатии кнопки «ПОИСК ЛУЧА» изображение возвращается в пределы рабочей части экрана. Для того, чтобы изображение вернуть в пределы рабочей части экрана, необходимо проделать следующее.

Нажать кнопку «ПОИСК ЛУЧА».

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

Выставить изображение на середину экрана при помощи ручки .

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

7. 2. 5. Выбор канала вертикального отклонения

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

Для работы осциллографа в двухканальном режиме необходимо подать сигнал на два входа и установить переключатель «РЕЖИМ РАБОТЫ» в нужное положение двухканального режима.

7. 2. 6. Способы подачи исследуемого сигнала

Подачу исследуемого сигнала через делитель 1:10 можно считать наиболее удобным способом, так как при этом входное сопротивление прибора оказывается равным 10 МОм, а входная емкость уменьшается до 12 пФ и поэтому прибор почти не нагружает исследуемую схему. Однако при этом происходит деление исследуемого сигнала в 10 раз. С использованием делителя 1:10 частотная характеристика прибора по переменному току расширяется в области низких частот до 0,16 Гц.

При исследовании высокочастотных сигналов большой амплитуды сигналы на вход можно подавать при помощи короткого неэкранированного кабеля.

7. 2. 7. Усилитель вертикального отклонения

Переключатель « \approx , \perp , \sim » выбирает вид связи канала вертикального отклонения с источником исследуемого сигнала. В положении « \approx » 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 каналом 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 составляет 1,6 Гц.

В положении « \perp » вход усилителя вертикального отклонения отключается от источника исследуемого сигнала и заземляется. В этом положении (« \perp ») для устранения возможной наводки с гнезда «ВХОД» усилителя вертикального отклонения (вход которого заземлен) сигнал рекомендуется снимать.

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

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

Для проверки калиброванного коэффициента отклонения каждого канала установить переключатель «ВОЛЬТ/ДЕЛ.» в положение «0,02», ручку «УСИЛЕНИЕ» — в крайнее правое положение. Установить тумблер выбора выходного напряжения калибратора на боковой панели в положение «0,1 V» и соединить прямым кабелем вход проверяемого канала с гнездом «ВЫХОД П КАЛИБР.». На экране ЭЛТ изображение

импульсов калибратора должно занимать точно 5 делений по вертикалам. Если величина изображения по вертикалам отличается от 5 делений, то следует точно выставить 5 делений при помощи регулировки «КОРР.», выведенной под шлиц на переднюю панель.

Для проверки независимости режима усилителя вертикального отклонения от переключения обратных связей в трех первых положениях входного аттенюатора установить переклю-

чатель выбора режима работы входной цепи усилителя в положение «I», переключатель «РЕЖИМ А» — в положение «АВТ.» для получения линии развертки на экране ЭЛТ.

Устанавливая переключатель «ВОЛЬТ/ДЕЛ» сначала в положение «0,02», а затем в положение «0,005», наблюдаем за смещением линии развертки по вертикалам. Если линия развертки смещается, то необходимо осуществить подстройку усилителя при помощи регулировки «БАЛАНСИР.». Балансировка осуществляется в центре экрана ЭЛТ в положении переключателя «ВОЛЬТ/ДЕЛ.» «0,005». При помощи ручки «БАЛАНСИР.» линию развертки возвращают в положение, которое она занимала при «0,02». Так делают несколько раз до тех пор, пока линия развертки не перестанет перемещаться при установке переключателя «ВОЛЬТ/ДЕЛ.» в положение «0,02» и «0,005».

При вращении ручки «УСИЛЕНИЕ» из крайнего правого положения в крайнее левое допускается перемещение линии развертки на 0,5 деления.

7. 2. 8. Двухканальный режим

Перерывистый режим

При установке переключателя «РЕЖИМ РАБОТЫ» в положение «ПРЕР.» 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 скоростях развертки от 0,5 мс/дел и ниже, а также при исследовании двух одинократных процессов. При более высоких скоростях развертки становятся видны моменты переключения каналов, что затрудняет наблюдение исследуемых сигналов.

В прерывистом режиме внутренняя синхронизация осуществляется при установке переключателя «ВНУТР. СИНХР.» в положение «I». В положении «I, II» переключателя «ВНУТР. СИНХР.» синхронизация исследуемым сигналом будет 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 «ВНУТР. СИНХР.».

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

Поочередный режим.

При установке переключателя «РЕЖИМ РАБОТЫ» в положение «ПООЧЕР.» 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 «ВРЕМЯ/ДЕЛ.», 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 «ВНУТР. СИНХР.». 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 временной связи между сигналами. В положении «I» можно наблюдать устойчивое изображение двух сигналов только в случае наличия временной зависимости между ними.

Последовательное включение усилителей канала I и канала II

При необходимости уменьшения минимального коэффициента отклонения канала вертикального отклонения (увеличения чувствительности) предуслитель канала I можно использовать как предварительный усилитель для канала II. Для этого необходимо подать входной сигнал на вход канала I, соединить кабелем И22.850.218Сп высокочастотные гнезда «ВЫХОД I КАН.» на боковой панели и «ВХОД» канала II. Переключатель «РЕЖИМ РАБОТЫ» установить в положение «II», переключатель «ВНУТР. СИНХР.» — в положение «I, II», а переключатели «ВОЛЬТ/ДЕЛ.» каждого канала — в положение «0,005». В этом случае коэффициент отклонения будет не более 1 мВ/дел.

Для получения калиброванной чувствительности 1 мВ/дел необходимо сигнал калибратора величиной 0,1 В подать на вход канала I. Переключатель «ВОЛЬТ/ДЕЛ.» канала I установить в положение «0,1», а переключатель «ВОЛЬТ/ДЕЛ.» канала II в положение «0,005». Ручкой «УСИЛЕНИЕ» канала II точно установить величину изображения — 5 делений по вертикали. Коэффициент отклонения определится делением значения переключателя «ВОЛЬТ/ДЕЛ.» канала I на 5. Например, в положении переключателя «ВОЛЬТ/ДЕЛ.» канала I «0,1» калиброванный коэффициент отклонения будет 0,02 В/дел. Если с источником сигнала необходима связь по переменному току, то переключатель «~ $\perp \approx$ » канала I необходимо поставить в положение «~», а переключатель «~ $\perp \approx$ » канала II — в положение « \approx ».

Желательно, чтобы регулировка « $\downarrow \uparrow$ » обоих каналов находилась в среднем положении. Если исследуемый сигнал имеет постоянную составляющую, то регулировку « $\downarrow \uparrow$ » канала II оставляют в среднем положении, а регулировкой « $\downarrow \uparrow$ » канала I располагают изображение в центре экрана. Все остальные перемещения изображения осуществляют регулировкой « $\downarrow \uparrow$ » канала II. Такой способ перемещения обеспечивает линейный режим входных предусилителей. Входной предусилитель канала I можно использовать в качестве согласующего каскада с входным сопротивлением 1 МОм.

7. 2. 9. Алгебраическое суммирование

В положении «I±II» переключателя «РЕЖИМ РАБОТЫ» можно исследовать сумму или разность двух сигналов, при этом синфазные сигналы, которые являются нежелательными, ослабляются в 10 раз (на частоте 20 МГц). 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 20 МГц для сигналов с амплитудой, превышающей в 8 раз значение, установленное переключателем «ВОЛЬТ/ДЕЛ.». В диапазоне 0÷5 МГц можно добиться коэффициента ослабления порядка 100:1 путем 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 более чем в 20 раз превышает величину, установленную переключателем «ВОЛЬТ/ДЕЛ.»;
- при возможности удерживать регулировку « $\downarrow \uparrow$ » в среднем положении; это обеспечивает наибольший динамический диапазон в режиме алгебраического сложения.

7. 2. 10. Источник запуска

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

«СЕТЬ». В этом положении 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.

«ВНЕШ. 1:1». В этом положении переключателя выбора источника синхронизирующего сигнала синхронизация осуществляется внешним сигналом, подаваемым на гнездо «ВХОД». 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.

«ВНЕШ. 1:10». Принцип работы схемы в этом положении аналогичен работе в положении «ВНЕШ. 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». Когда переключатель выбора режима запуска установлен в положение «~ НЧ», деление внешнего сигнала равно 1 : 20.

7. 2. 11. Выбор режима запуска

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

«~». В этом положении 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 этом случае пользоваться режимом «~» не рекомендуется.

«~ ВЧ» — В этом положении постоянная составляющая не поступает на вход схемы синхронизации, а также ослабляются сигналы с частотой ниже 30 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 «РЕЖИМ РАБОТЫ» на высоких скоростях развертки при исследовании двух независимых сигналов («ВНУТР. СИНХР.» в положении «I, II»).

«~ НЧ» — В этом положении постоянная составляющая не поступает на вход схемы синхронизации, а также ослабляются сигналы в пределах от 30 кГц до 50 МГц. Когда осуществляется запуск схемы синхронизации сложным сигналом, это положение используется для получения устойчивой синхронизации НЧ составляющих.

«~». В этом положении обеспечивается устойчивая синхронизация низкочастотными сигналами, которые ослабляются в положении «~», а также сигналами с малой частотой повторения. При помощи регулировки «УРОВЕНЬ» обеспечивается запуск схемы синхронизации на любом уровне запускающего сигнала. При внутренней синхронизации регулировки «+» вертикального канала также изменяют уровень запуска.

Режим «~» не рекомендуется использовать в положении «ПООЧЕР.» переключателя «РЕЖИМ РАБОТЫ», когда переключатель «ВНУТР. СИНХР.» установлен в положение «I, II». Устойчивая синхронизация в этом случае обеспечивается в положении «I» переключателя «ВНУТР. СИНХР.».

7. 2. 12. Полярность запуска

Переключатель «+, —» устанавливает полярность сигнала, запускающего развертку. В положении «+» развертка запускается положительной частью синхронизирующего сигнала, в положении «—» — отрицательной частью запускающего сигнала.

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

7. 2. 13. Уровень запуска

При помощи регулировки «УРОВЕНЬ» выбирается точка на запускающем сигнале, в которой синхронизируется развертка. Когда ручка «УРОВЕНЬ» вращается в сторону «+», схема синхронизации запускается более положительным участком запускающего сигнала. Когда ручка «УРОВЕНЬ» вращается в сторону «—», схема синхронизации запускается более отрицательным участком запускающего сигнала.

Прежде чем установить ручку «УРОВЕНЬ», необходимо выбрать источник синхронизации, режим запуска схемы синхронизации и полярность запуска. Затем устанавливают ручку «УРОВЕНЬ» в среднее положение. Если развертка не синхронизируется в этой точке, подстраивают ручку «УРОВЕНЬ» до появления синхронизации. В положении «—» переключателя выбора режима запуска, синхронизацию можно получить при любом положении ручки «УРОВЕНЬ» в зависимости от уровня постоянной составляющей запускающего сигнала. Для нахождения точки, в которой синхронизируется развертка, перемещают ручку «УРОВЕНЬ» против часовой стрелки до конца. Затем медленно переключают ручку «УРОВЕНЬ» по часовой стрелке до тех пор, пока развертка не засинхронизируется.

7. 2. 14. Стабильность ВЧ

Регулировка «СТАБ. ВЧ» обеспечивает устойчивое изображение исследуемых сигналов при скоростях развертки 20 нс/дел. и 10 нс/дел., когда невозможно получить устойчивое изображение при помощи регулировки «УРОВЕНЬ»; подстройку производят ручкой «СТАБ. ВЧ» до получения минимальной размытости по горизонтали. Влияние этой регулировки незаметно при низких скоростях развертки.

7. 2. 15. Режим А

«АВТ.». 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 ручки «УРОВЕНЬ». Сигнальная лампочка «СИНХР. А» загорает-

ся, когда развертка синхронизируется. В отсутствие запускающего сигнала или когда частота запускающего сигнала меньше 30 Гц, развертка не синхронизируется.

«ЖДУЩ.». При наличии запускающего сигнала в этом режиме развертка работает так же, как и в режиме «АВТ.» при наличии запускающего сигнала, и 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 и в том случае, когда линия развертки не нужна на экране ЭЛТ при отсутствии запускающего сигнала.

«ОДНОКР.» Этот режим используется для исследования непериодических редко повторяющихся сигналов, а также сигналов, изменяющихся по амплитуде, форме или во времени. Данный режим может быть использован для фотографирования непериодических сигналов.

Для получения однократного режима установить переключатель «РЕЖИМ А» в положение «ЖДУЩ.» переключатель «ВИД РАЗВЕРТКИ» — в положение «А» и с помощью ручки «УРОВЕНЬ» получить устойчивое изображение исследуемого сигнала. Затем сигнал с гнезда «ВХОД» снять, переключатель «РЕЖИМ А» установить в положение «ОДНОКР.» и нажать кнопку «ГОТОВ». При этом должна загореться индикаторная лампочка (вмонтированная в кнопке «ГОТОВ»), а запуска развертки не должно быть. Если индикаторная лампочка не загорелась, произвести очередное нажатие (2÷3 раза) кнопки «ГОТОВ.» до загорания лампочки.

При подаче исследуемого сигнала на гнездо «ВХОД» развертка должна однократно запуститься, а лампочка кнопки «ГОТОВ» погаснуть. В таком состоянии лампочка остается до тех пор, пока снова не нажать кнопку «ГОТОВ.» для следующего запуска развертки исследуемым сигналом.

Если режим однократного запуска работает неустойчиво (лампочка при нажатии кнопки не загорается или развертка запускается самопроизвольно или не запускается при подаче исследуемого сигнала), необходимо изменить положение ручки «УРОВЕНЬ» развертки «А», при этом синхронизация в положении «ЖДУЩ.» должна оставаться устойчивой. После этого режим однократного запуска повторить, как описано выше.

Результат считается удовлетворительным, если при включении однократного режима развертка «А» запускается однократно только при наличии запускающего сигнала, и только в том случае, когда схема готова к запуску, о чем сигнализирует индикаторная лампочка кнопки «ГОТОВ.».

7. 2. 16. Выбор длительности развертки

При помощи переключателя «А и Б ВРЕМЯ/ДЕЛ.» выбирается длительность калиброванной развертки генераторов развертки. В пределах каждого положения переключателя «ВРЕМЯ/ДЕЛ.» плавная регулировка длительности осуществляется при помощи ручек «ДЛИТЕЛЬНОСТЬ А» и «ДЛИТ. Б». Длительности разверток А и Б калиброваны, когда ручки «ДЛИТЕЛЬНОСТЬ А» и «ДЛИТ. Б» находятся в крайнем правом положении. Скорость разверток А и Б устанавливается ручкой переключателя «А и Б ВРЕМЯ/ДЕЛ.».

Для точных измерений временных интервалов рекомендуется использовать часть развертки, ограниченную первым и девятым делением шкалы, то есть крайние деления шкалы не используются.

На диапазонах 1 с/дел., 0,5 с/дел. и 0,2 с/дел практически невозможно произвести точное измерение временных интервалов, так как электронно-лучевая трубка не имеет длительного послесвечения. Эти диапазоны считаются обзорными.

Перед проведением измерений временных интервалов необходимо проверить точность калибровки длительности развертки по собственному калибратору. Для этого соединить гнездо «ВЫХОД П КАЛИБР.» при помощи прямого кабеля с гнездом «ВЫХОД» канала I, переключатель «А ВРЕМЯ/ДЕЛ.» установить в положение «0,1 ms», переключатель «УМНОЖ.» — в положение «x1». Получить на экране изображения двух периодов импульсов калибратора, которое должно занимать точно 10 делений шкалы по горизонтали. В случае несоответствия необходима подрегулировка при помощи потенциометра «КОРР. ДЛИТ. x1» на боковой панели, выведенного под шилц.

7. 2. 17. Раствяжка длительности развертки

Предусмотрена десятикратная растворяжка центрального участка длительности развертки. Эквивалентная длительность растворянутой развертки составляет 100 делений и любой участок растворянутой развертки величиной в 10 делений можно устанавливать на экране ЭЛТ при помощи ручек «ГРУБО», «ПЛАВНО». Регулировка «ПЛАВНО» используется при растворянутой длительности для точного совмещения исследуемого сигнала с линиями шкалы электронно-лучевой трубки.

Для того, чтобы использовать растворяжку длительности развертки, вначале перемещаем в центр экрана осциллографа тот

участок, который необходимо растворянуть (рис. 22). Затем переключатель множителя растворяжки устанавливаем в положение «УМНОЖ. 0,1». При помощи регулировки «ПЛАВНО» устанавливаем изображение растворянутого участка, как нам необходимо. Когда переключатель множителя растворяжки установлен в положение «УМНОЖ. 0,1», загорается сигнальная лампочка, а скорость развертки определяется произведением показаний переключателя «ВРЕМЯ/ДЕЛ.» на 0,1.



Рис. 22. Раствяжка длительности развертки.

Например, если переключатель «ВРЕМЯ/ДЕЛ.» установлен в положение «0,5 μs», то скорость растворянутой развертки равна «0,05 мкс». Растворянутая развертка калибрована только в том случае, если ручки «ДЛИТЕЛЬНОСТЬ А» и «ДЛИТ. Б» находятся в крайнем правом положении.

7. 2. 18. Задержанная развертка

Задержанная развертка вырабатывается в положениях «Б» и «Б ПОДСВ. А» переключателя «ВИД РАЗВЕРТКИ». Развертка А определяет время, на которое задерживается развертка Б. Скорость задержанной развертки устанавливается переключателем «Б ВРЕМЯ/ДЕЛ.». В положении «Б ПОДСВ. А» переключателя «ВИД РАЗВЕРТКИ» на экране осциллографа будет такое изображение, как на рис. 24. Величина времени задержки от начала развертки А до подсвеченного участка определяется положением переключателя «А ВРЕМЯ/ДЕЛ.» и шкалой «МНОЖИТЕЛЬ ЗАДЕРЖКИ». На рис. 23 показана шкала «МНОЖИТЕЛЬ ЗАДЕРЖКИ».



Рис. 23.

Подсвеченный участок изображения вырабатывается разверткой Б. Длительность этого участка определяется переключателем «А ВРЕМЯ/ДЕЛ.». Когда переключатель «ВИД РАЗВЕРТКИ» устанавливается в положение «Б», на экране ЭЛТ будет наблюдаться подсвеченный участок изображения со скоростью развертки, установленной переключателем «Б ВРЕМЯ/ДЕЛ.» (рис. 24).

Подсвеченный участок

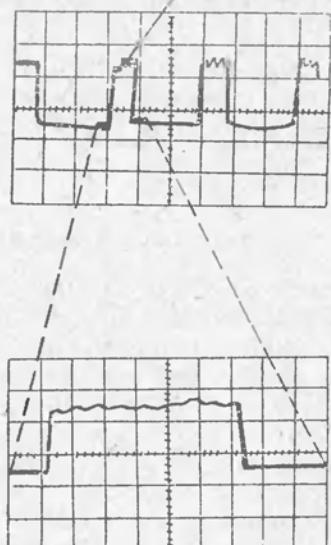


Рис. 24. Растворка подсвеченного участка.

«РЕЖИМ Б». Переключатель «РЕЖИМ Б» обеспечивает два режима задержанной развертки. В положении «АВТ.» развертка Б вырабатывается сразу после установленной задержки времени (рис. 25а). В этом положении развертка Б фактически не синхронизируется. Однако так как время задержки одинаково для каждого пилообразного напряжения, изображение исследуемого сигнала будет устойчивым. В положение «ЖДУЩ.» генератор развертки запускается первым синхронизирующим импульсом, проходящим после установленной задержки времени (рис. 25б).

«ДЛИНА А». Регулировка эта наиболее полезна, когда работают с использованием задержанной развертки. При вращении ручки «ДЛИНА А» против часовой стрелки от крайнего положения амплитуда пилообразного напряжения, а, следовательно, и длина линии горизонтальной развертки на экране ЭЛТ уменьшается до тех пор, пока не станет равной 3 ± 2 деления шкалы в крайнем левом положении ручки «ДЛИНА А». Эта ручка используется для увеличения частоты повторения пилообразного напряжения задержанной развертки.

Для этого, чтобы пользоваться ручкой «ДЛИНА А», переключатель «ВИД РАЗВЕРТКИ» устанавливают в положение «Б ПОДСВ. А» и затем устанавливают нужное время задержки и скорость задержанной развертки. Вращая ручку «ДЛИНА А» против часовой стрелки, устанавливают ее в таком положении, когда развертка А заканчивается сразу же после подсвеченного участка. Затем установить переключатель «ВИД РАЗВЕРТКИ» в положение «Б». В этом случае мы получим максимально возможную частоту повторения задержанной развертки Б.

Режим задержанной развертки.

Для получения задержанной развертки необходимо проделать следующее:

- установить переключатель «ВИД РАЗВЕРТКИ» в положение «Б ПОДСВ. А»;
- установить переключатель «РЕЖИМ Б» в нужное положение;
- при использовании режима «ЖДУЩ.» необходимо правильно установить режим запуска развертки Б;
- установить необходимое время задержки переключателем «А ВРЕМЯ/ДЕЛ.» и шкалой «МНОЖИТЕЛЬ ЗАДЕРЖКИ»;
- оттянуть на себя ручку «Б ВРЕМЯ/ДЕЛ.» и установить требуемую скорость развертки Б;

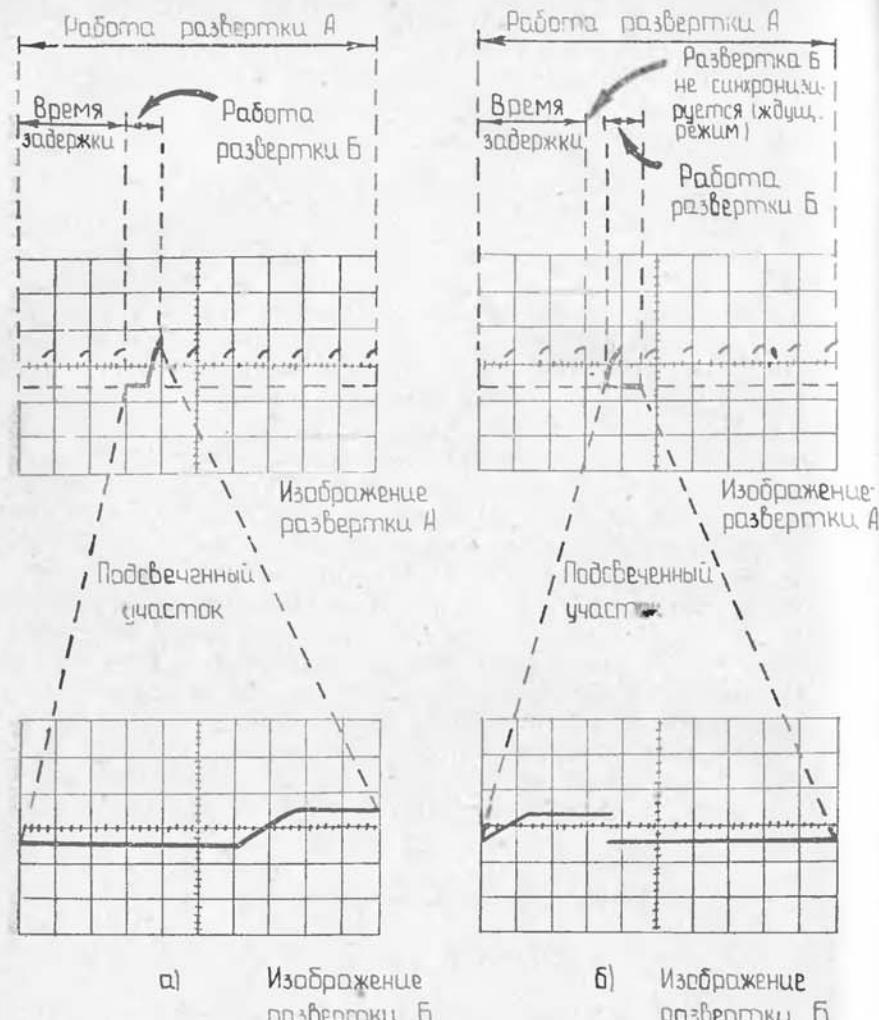


Рис. 25. Сравнение режимов задержанной развертки Б
а) режим «АВТ.»
б) режим «ЖДУЩ.»

— если используется положение «ЖДУЩ.» переключателя «РЕЖИМ Б», проверить изображение подсвеченного участка. Отсутствие подсвеченного участка развертки А указывает, что развертка Б синхронизируется неправильно;

В этом случае ручкой «УРОВЕНЬ» синхронизации Б добить-

ся формы и синхронизации исследуемого сигнала, как в положении «АВТ.» переключателя «РЕЖИМ Б»;

— установить переключатель «ВИД РАЗВЕРТКИ» в положение «Б».

В этом положении на экране ЭЛТ будет наблюдаться участок изображения, подсвеченный в положении «Б ПОДСВ. А» на скорости развертки, установленной переключателем «Б ВРЕМЯ/ДЕЛ.».

Внешняя горизонтальная развертка.

В некоторых случаях необходимо исследовать зависимость одного сигнала относительно другого ($X=Y$), а не от времени (внутренняя развертка). В положении «ВНЕШ.» переключателя «ВИД РАЗВЕРТКИ» внешний сигнал поступает на горизонтальный усилитель для создания горизонтальной развертки.

Можно использовать два режима внешней горизонтальной развертки. Установить переключатель «ВНУТР. СИНХР.» в положение «I», переключатель выбора источника синхронизирующего сигнала Б — в положение «ВНУТР.», переключатель выбора режима запуска схемы синхронизации Б — в положение \approx . В этом случае горизонтальная развертка образуется сигналом, подаваемым на вход канала I. Переключатель «ВОЛЬТ/ДЕЛ.» канала I показывает калибранный коэффициент отклонения канала горизонтального отклонения (в этом случае ручка «УСИЛЕНИЕ» канала I не действует). Установить ручку «» в среднее положение и ручкой «» канала I подстроить положение горизонтальной линии развертки.

В положениях «ВНЕШ. 1:1, 1:10» переключателя выбора источника синхронизирующего сигнала Б внешний сигнал для создания 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 канала не калиброван.

7. 2. 19. Яркостная модуляция

Яркостная модуляция может использоваться для получения нужной информации об исследуемом сигнале без изменения его формы. Модулирующий сигнал поступает на гнезда «ВХОД Z», расположенные на задней панели прибора. Амплитуда напря-

жения, требуемая для осуществления яркостной модуляции, зависит от положения ручки «ЯРКОСТЬ». 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 «ВХОД Z» не используется, его желательно закорачивать на «землю».

7. 2. 20. Калибратор

Выходное напряжение калибратора представляет собой прямоугольные импульсы с частотой следования 2 кГц. Выходное напряжение калибратора используется для проверки усиления вертикального канала и длительности развертки. Сигналы калибратора используются также для проверки и компенсации выносного делителя 1:10. Кроме того, сигнал калибратора может использоваться как источник сигнала для других приборов.

Калибратор вырабатывает прямоугольные импульсы с размахом 1 В и 0,1 В. Величина выходного напряжения калибратора устанавливается тумблером на боковой панели «1V; 0,1 V».

Частота повторения импульсов калибратора довольно стабильна и обеспечивается стабильной катушкой индуктивности и конденсатором. Поэтому калибратор используется при проверке длительности развертки.

8. ПОРЯДОК РАБОТЫ

8. 1. Перед включением прибора органы управления установить в следующие положения:

- электронно-лучевая трубка —
- «ЯРКОСТЬ» — в среднее положение;
- «ФОКУС» — в среднее положение;
- «ШКАЛА» — в крайнее левое положение;
- регулировки вертикального канала —
- «ВОЛЬТ/ДЕЛ.» — «0,02»;
- «УСИЛЕНИЕ» — в крайнее правое положение;
- «» — в среднее положение;

«» — «» (корпус);
«РЕЖИМ РАБОТЫ» — «I» (канала I);
«ВНУТР., СИНХР.» — «I, II»;
«ПОЛЯРНОСТЬ» — «+»;
регулировки синхронизации (A и B):
«УРОВЕНЬ» — в крайнее правое положение;
«» — «+»;
~, ~НЧ, ~ВЧ, ~» — «~»;
«ВНУТР. СЕТЬ, ВНЕШ. 1:1, 1:10» — «ВНУТР.»;
регулировки развертки:
«МНОЖИТЕЛЬ ЗАДЕРЖКИ» — «0,40»;
«А и Б ВРЕМЯ/ДЕЛ.» — «0,5 ms»;
«ДЛИТЕЛЬНОСТЬ А» — в правом крайнем положении;
«РЕЖИМ Б» — «АВТ.»;
«ВИД РАЗВЕРТКИ» — «A»;
«УМНОЖ. 1; 0,1» — «1»;
«» — в среднее положение;
«ДЛИНА А» — в крайнее правое положение;
«РЕЖИМ А» — «АВТ.»;
регулировки на боковой панели:
«ДЛИТ. Б» — в крайнее правое положение;
«КАЛИБР.» — «0,1 V»;
регулировки на задней панели:
«~115 V 400 Hz; ~220 V 50 Hz 400 Hz»

8. 2. С помощью шнура питания подсоединить прибор к сети. Предварительно прикрепить изоляционную втулку шнура питания к задней стенке прибора винтом и шайбой находящимися на ней. Включить тумблер «СЕТЬ». При этом должна загореться лампочка.

8. 3. Регулировать яркость только после установления луча около средней линии рабочей части экрана.

8. 4. Регулировкой «ФОКУС» установить одинаковую резкость изображения по всей линии луча.

8. 5. Ручкой «» вертикального перемещения канала I совместить линию развертки с одной из горизонтальных линий сетки.

8. 6. Поворачивать ручку «ШКАЛА» по часовой стрелке. Начиная с некоторого положения ручки, градуированные линии сетки начинают подсвечиваться (иногда для лучшей видимости применяются фильтры). Установить ручку подсвета шкалы так, чтобы линии сетки подсвечивались, как требуется.

8. 7. Перевести переключатель «ВОЛЬТ/ДЕЛ.» канала I с

положения «0,02» на «0,005». Если вертикальное положение линии изменилось, требуется балансировка (п. 7. 2. 6).

8. 8. Установить переключатель « $\sim \perp \approx$ » канала I в положение « \sim » и подсоединить 50-омным кабелем выход калибратора ко входам каналов I и II при помощи тройника СР-50-95Ф.

8. 9. Поворачивать ручку «УРОВЕНЬ» синхронизации A к среднему положению до получения устойчивого изображения. Обратить внимание, что при устойчивом изображении зажигается лампочка «СИНХР. А».

8. 10. Ручкой «» вертикального перемещения канала I отцентрировать изображение, представляющее собой прямоугольные импульсы (5 делений по амплитуде, 10 периодов по длительности).

Если амплитуда изображения не составляет 5 делений, требуется регулировка потенциометром «КОРР.».

8. 11. Ручкой вертикального перемещения канала I сместить изображение до верхнего края шкалы.

8. 12. Переключатель «РЕЖИМ РАБОТЫ» установить в положение «II».

8. 13. Ручкой «» вертикального перемещения канала II установить изображение по центру экрана. Изображение должно быть аналогичным предыдущему. В случае несоответствия проделать операции, описанные в п.п. 8.7÷8.11 только для канала II.

8. 14. Ручкой вертикального перемещения сместить изображение до нижней черты шкалы.

8. 15. Переключить тумблер «ПОЛЯРНОСТЬ» в положение «—». Изображение сместились вверх. Переключить тумблер обратно.

8. 16. Установить переключатель «РЕЖИМ РАБОТЫ» в положение «ПРЕР.». На экране видны оба изображения, идущие по каналам I и II в положениях, определенных пунктами 8.11 и 8.14. Провернуть переключатель «ВРЕМЯ/ДЕЛ.» по всем диапазонам. Убедиться, что изображение чередуется на всех длительностях развертки.

8. 17. Установить переключатель «РЕЖИМ РАБОТЫ» в положение «ПООЧЕР.», а переключатель «ВРЕМЯ/ДЕЛ.» в положение $10 \mu s$. Процесс переключения замечен по прерывистой линии сигнала. Установить переключатель «ВНУТР. СИНХР.» в положение «I»; линия сигнала будет более сплошной. Провернуть переключатель «ВРЕМЯ/ДЕЛ.» по всему ди-

апазону. Изображение двух лучей будет существовать на всех скоростях развертки, но в отличие от режима «ПРЕР.», каждый сигнал изображается по своей линии с разделением каналов по времени. Вернуть переключатель «ВРЕМЯ/ДЕЛ.» в положение $0,5 \mu s$.

8. 18. Установить переключатель «РЕЖИМ РАБОТЫ» в положение $I \pm II$, а переключатель «ВОЛЬТ/ДЕЛ.» — в положение «0,05». Изображение будет составлять четыре деления по амплитуде. Убедиться, что каждая из ручек вертикального положения сдвигает изображение.

8. 19. Включить тумблер «ПОЛЯРНОСТЬ». Изображение представляет собой прямую линию, что означает равенство нулю суммы двух сигналов.

8. 20. Установить оба переключателя «ВОЛЬТ/ДЕЛ.» в положение «0,02». Амплитуда изображения (три деления) показывает, что алгебраическая сумма двух сигналов больше не равна нулю. Вернуть переключатель «РЕЖИМ РАБОТЫ» в положение «I», а оба переключателя «ВОЛЬТ/ДЕЛ.» — в положение «0,2». Выключить тумблер «ПОЛЯРНОСТЬ».

8. 21. Установить тумблер «1 V; 0,1 V» выбора выходного напряжения калибратора в положение «1 V». Поворачивать ручку «УРОВЕНЬ» синхронизации A вдоль ее диапазона до установления неподвижного изображения. Заметить, что лампочка «СИНХР. А» зажигается, когда изображение засинхронизировано.

8. 22. Установить переключатель «РЕЖИМ А» в положение «ЖДУЩ.». Ручкой «УРОВЕНЬ» засинхронизировать изображение. Лампочка «СИНХР. А» действует точно так же, как и при режиме «АВТ.». Вернуть переключатель «РЕЖИМ А» в положение «АВТ.».

8. 23. Установить переключатель синхронизации A « \pm » в положение «—». Линия начнется на отрицательной части импульса. Вернуть переключатель в положение «+»; линия луча начнется с положительной части прямоугольного импульса.

8. 24. Установить переключатель « $\sim, \sim V\text{Ч}, \sim H\text{Ч}, \approx$ » в положение « \approx ». Поворачивать ручку «» вертикального перемещения канала I до тех пор, пока изображение станет неустойчивым. Вернуть переключатель « $\sim, \sim V\text{Ч} \sim H\text{Ч}, \approx$ » в положение « \sim »; изображение опять устойчиво. Поскольку смещение изображения изменяет уровень постоянной составляющей, это показывает, как влияет на синхронизацию изменение постоянного уровня при режиме запуска « \approx ».

Возвратить изображение на середину экрана.

8. 25. Установить переключатель «РЕЖИМ РАБОТЫ» в положение «II», изображение должно быть устойчивым. Отсоединить сигнал от канала I, изображение станет неустойчивым. Установить переключатель «ВНУТР. СИНХР.» в положение «I, II»; изображение опять станет устойчивым.

8. 26. Подсоединить сигнал «ВЫХОД П КАЛИБР.» на вход канала II и вход синхронизации А. Переключатель выбора источника синхронизации А установить в положение «1:1 ВНЕШ.». Операции с регулировками « \pm », « \sim , \sim ВЧ, \sim НЧ, \approx », «УРОВЕНЬ», «ВНУТР., СЕТЬ, ВНЕШ. 1:1, 1:10», аналогичны описанным выше.

8. 27. Установить переключатель выбора источника в положение «1:10 ВНЕШ.». Операции — как и при режиме «1:1 ВНЕШ.». Заметить, что ручка «УРОВЕНЬ» имеет меньший диапазон регулировки в этом режиме, так как сигнал делится. Вернуть переключатель выбора источника в положение «ВНУТР.».

8. 28. Операции с органами управления синхронизации Б аналогичны описанным по синхронизации А.

8. 29. Установить переключатель «ВРЕМЯ/ДЕЛ.» в положение «5 ms» и ручку «УМНОЖ.» в положение «0,1». Изображение будет аналогичным получаемому при положении переключателя «0,5 ms» и выключенной растяжке — ручка «УМНОЖ.» в положении «I».

8. 30. Провернуть ручку « ГРУБО» по всему диапазону; изображение будет перемещаться по горизонтали. Регулировка «ПЛАВНО» дает возможность более точно установить изображение в нужном положении. Возвратить начало изображения к левой линии сетки.

8. 31. Оттянуть ручку переключателя «Б ВРЕМЯ/ДЕЛ.» и установить в положение «50 μ s». (Время задержки остается 0,5 ms). Установить переключатель «ВИД РАЗВЕРТКИ» в положение «Б ПОДСВ. А». Подсвеченный участок (около одного деления по длине) будет виден в начале сигнала. Провернуть шкалу «МНОЖИТЕЛЬ ЗАДЕРЖКИ» по всему диапазону, подсвеченный участок будет перемещаться вдоль изображения.

8. 32. Установить переключатель «РЕЖИМ Б» в положение «ЖДУЩ.». Провернуть шкалу «МНОЖИТЕЛЬ ЗАДЕРЖКИ» вдоль всего диапазона и отметить, что подсвеченный участок появляется скачком между положительными участками изображения. Установить переключатель « \pm » синхронизации Б в положение «—»; подсвеченный участок начинается на отрицательной части изображения. Провернуть ручку «УРОВЕНЬ»

синхронизации Б; подсвеченный участок изображения исчезает, когда ручка «УРОВЕНЬ» выходит из диапазона синхронизации. Возвратить ручку «УРОВЕНЬ» в среднее положение.

8. 33. Установить переключатель «ВИД РАЗВЕРТКИ» в положение «Б». Провернуть «МНОЖИТЕЛЬ ЗАДЕРЖКИ» по всему диапазону; на экране должно быть видно около двух периодов сигнала, край импульса виден только при интенсивной яркости. Изображение будет устойчивым, развертка Б синхронизируется.

8. 34. Установить переключатель «РЕЖИМ Б» в положение «АВТ.». Провернуть «МНОЖИТЕЛЬ ЗАДЕРЖКИ» по всему диапазону; изображение будет непрерывно перемещаться вдоль экрана по мере вращения ручки «МНОЖИТЕЛЬ ЗАДЕРЖКИ».

8. 35. Установить шкалу «МНОЖИТЕЛЬ ЗАДЕРЖКИ» в крайнем положении (против часовой стрелки), а переключатель «ВИД РАЗВЕРТКИ» — в положении «Б ПОДСВ. А». Провернуть ручку «ДЛИНА А» против часовой стрелки, длина изображения уменьшилась. Поворачивая ручку «МНОЖИТЕЛЬ ЗАДЕРЖКИ», отметить увеличение длины развертки по мере перемещения изображения вдоль экрана. Вернуть ручку «ДЛИНА А» в прежнее положение, а переключатель «ВИД РАЗВЕРТКИ» в положение «А».

8. 36. Установить переключатель «РЕЖИМ А» в положение «ОДНОКР.». Отсоединить сигнал калибратора от входа канала II. Нажать кнопку «ГОТОВ». Индикация ее свидетельствует о готовности схемы к запуску. Подсоединить сигнал на вход канала II. На экране появится изображение и кнопка «ГОТОВ» погаснет. Вернуть переключатель «РЕЖИМ А» в положение «АВТ.».

8. 37. Подсоединить сигнал от калибратора на входы каналов I и II. Установить переключатели: «ВИД РАЗВЕРТКИ» в положение «ВНЕШ.»; «ВНУТР. СИНХР.» в положение «I» и « \sim , \sim ВЧ, \sim НЧ, \approx » в положение « \approx ». Ручку «ЯРКОСТЬ» поворачивать по часовой стрелке до тех пор, пока по диагонали не будут видны две точки. Положение изображения по горизонтали регулируется ручкой «» канала I и по вертикали — ручкой «» канала II.

8. 38. Подсоединить сигнал от калибратора на входы канала II и синхронизации Б. Установить переключатель выбора источника синхронизации Б в положение «ВНЕШ. 1:1». Изображение будет состоять 5 делений по вертикали и около 3,7 делений по горизонтали. Установить переключатель вы-

бора источника в положение «ВНЕШ. 1:10», изображение уменьшится в 10 раз по горизонтали. Уменьшить яркость подсвета до нормальной, вернуть переключатель «ВИД РАЗ. ВЕРТКИ» в положение «А», а выбор источника синхронизации Б в положение «ВНУТР.».

8. 39. Функции усилителя «Z» могут быть проверены при значительном внешнем сигнале — не менее 5 В полного размаха амплитуды. Подключить внешний сигнал на вход канала II и вход «Z». Установить переключателем «ВРЕМЯ/ДЕЛ.» изображение около 5 периодов по рабочей части экрана. Интенсивность подсвета положительных пиков будет ослаблена, а отрицательных — усиlena, что обуславливает модуляцию по яркости.

9. ИЗМЕРЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ, РЕГУЛИРОВАНИЕ И НАСТРОЙКА

9. 1. Проведение измерений

Ниже приводятся примеры различных измерений, которые могут быть выполнены двухканальным осциллографом.

9. 1. 1. Измерение переменного напряжения.

Для выполнения измерений напряжения следует:

- подать сигнал на гнездо «ВХОД» одного из каналов;
- установить переключатель «РЕЖИМ РАБОТЫ» на требуемый канал;
- поставить переключатель «ВОЛЬТ/ДЕЛ.» в такое положение, чтобы амплитуда изображения составляла около пяти делений;
- поставить переключатель « $\approx \perp \sim$ » в положение « \sim ».

Примечание. Для НЧ сигналов ниже 30 Гц использовать положение « \perp ».

- ручкой «УРОВЕНЬ» синхронизации А установить устойчивое изображение. Поставить переключатель «ВРЕМЯ/ДЕЛ.» в положение, при котором на экране наблюдается несколько периодов исследуемого сигнала;

- установить ручку « y » вертикального перемещения

так, чтобы минимальный уровень сигнала совпадал с одной из нижних линий, а максимальный — находился в пределах экрана. Ручкой горизонтального перемещения сместить изображение таким образом, чтобы один из верхних пиков находился на вертикальной средней линии (рис. 26).



Рис. 26. Измерение полного размаха переменного напряжения.

ж) измерить деления между крайними точками размаха амплитуды вертикального отклонения. Ручка «УСИЛЕНИЕ» должна быть установлена в крайнем правом положении;

Примечание. Этот метод может быть использован для определения напряжения между двумя любыми точками сигнала, а не только между пиками.

з) умножить расстояние, измеренное в п. «ж», на показание переключателя «ВОЛЬТ/ДЕЛ.».

Пример. Предположим, что размах вертикального отклонения составляет 4,8 деления, используется делитель с 10-кратным ослаблением, переключатель «ВОЛЬТ/ДЕЛ.» установлен в положении «0,5».

Напряжение амплитуды вертикального отклонения будет составлять: $4,8 \text{ дел} \times 0,5 \text{ В/дел} \times 10 = 24 \text{ В}$.

9. 1. 2. Измерение мгновенного постоянного напряжения.

Для измерения уровня постоянной составляющей в заданной точке импульса, необходимо:

- подать сигнал на гнездо «ВХОД» одного из каналов;
- установить переключатель «РЕЖИМ РАБОТЫ» на требуемый канал;
- установить переключателем «ВОЛЬТ/ДЕЛ.» 5 делений импульса по амплитуде;
- поставить переключатель « $\approx \perp \sim$ » в положение « \perp »;
- поставить переключатель «РЕЖИМ А» в положение «АВТ.»;
- расположить развертку ниже линии сетки или другой контрольной линии. Если напряжение отрицательно относительно «земли», переместить луч к верхней линии шкалы. Не сле-

дует перемещать ручку вертикального перемещения после установки контрольной линии.

Примечание. Для измерения уровня напряжения относительно друг друга, а не «земли», следует изменить последний пункт «с». Установить переключатель $\langle\approx\rangle \perp \sim$ в положение $\langle\approx\rangle$. Подать опорное напряжение на вход и расположить луч на контрольной линии.

9. 1. 3. Измерение напряжения путем сравнения.

В ряде случаев требуется определить значения коэффициентов отклонения, отличающихся от устанавливаемых переключателем «ВОЛЬТ/ДЕЛ.». Этот метод используется при сравнении сигналов с амплитудой контрольного напряжения.

Для определения нового значения коэффициента отклонения проделать следующее:

а) контрольный сигнал известной амплитуды подать на вход любого канала. Установить переключатель «РЕЖИМ/РАБОТЫ» на используемый канал. Используя переключатель «ВОЛЬТ/ДЕЛ.» и ручку «УСИЛЕНИЕ», установить изображение на требуемое количество делений. Не двигать ручки «УСИЛЕНИЕ», «ВОЛЬТ/ДЕЛ.» после их установки;

б) разделить амплитуду контрольного сигнала (вольты) на произведение величины отклонения в делениях (определенной в п. «а») и показание переключателя «ВОЛЬТ/ДЕЛ.». Результатом будет сравнительный коэффициент отклонения;

в) для определения коэффициента отклонения в любом положении переключателя «ВОЛЬТ/ДЕЛ.» умножить показание переключателя на коэффициент, полученный в п. «б».

Этот коэффициент отклонения действителен только для используемого канала и верен лишь при выполнении п. «а»;

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

д) поставить переключатель «ВОЛЬТ/ДЕЛ.» в положение, обеспечивающее наиболее удобное для измерений отклонение. Не трогать ручку «УСИЛЕНИЕ»;

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

ж) установить переключатель $\sim \perp \approx$ в положение $\langle\approx\rangle$. Контрольную линию можно проверить в любое время, переключив его в положение \perp ;

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

и) измерить расстояние в делениях между контрольной линией и точкой на линии сигнала, в которой требуется определить уровень постоянного напряжения. Например, на рис. 27 показано, как измерить напряжение между контрольной линией и точкой А на линии сигнала;

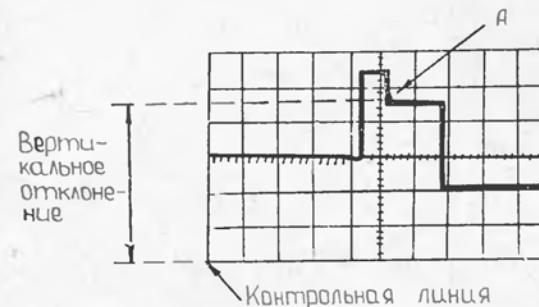


Рис. 27. Измерение мгновенного постоянного напряжения относительно контрольной линии.

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

л) умножить расстояние, измеренное в п. «и», на показание переключателя «ВОЛЬТ/ДЕЛ.». Учитывать коэффициент деления делителя, если таковой используется.

Пример. Предположим, что измеренное расстояние составляет 4,6 деления (см. рис. 27), сигнал положительной полярности (изображение выше контрольной линии), при измерении использован делитель 1:10, переключатель «ВОЛЬТ/ДЕЛ.» установлен в положение «2».

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

Пример. Пусть контрольный сигнал с амплитудой 30 В, показание переключателя «ВОЛЬТ/ДЕЛ.» — «5», отклонение — 4 деления.

Сравнительный коэффициент отклонения (п. 2)

$$\frac{30}{4 \times 5} = 1,5.$$

Затем, при положении переключателя «ВОЛЬТ/ДЕЛ.» — «10» определить коэффициент отклонения:

$$10 \times 1,5 = 15 \text{ вольт/дел.}$$

Полный размах амплитуды приложенного сигнала при вертикальном отклонении на 5 делений, используя формулу (п. «е»), равен:

$$15 \times 5 = 75 \text{ вольт.}$$

9. 1. 4. Измерение временных интервалов.

Для измерения времени между двумя точками сигнала производятся следующие операции:

- подать сигнал на гнездо «ВХОД» одного из каналов;
- установить переключатель «РЕЖИМ РАБОТЫ» на используемый канал;
- установить переключатель «ВОЛЬТ/ДЕЛ.» в такое положение, чтобы изображение на экране составляло около 5 делений;
- ручкой «УРОВЕНЬ» синхронизации А установить устойчивое изображение;
- установить переключатель «ВРЕМЯ/ДЕЛ.» на наибольшую скорость развертки, при которой расстояние между двумя измеряемыми точками будет меньше 8 делений (рис. 28), так как возможна нелинейность изображения в первом и последнем делениях шкалы;

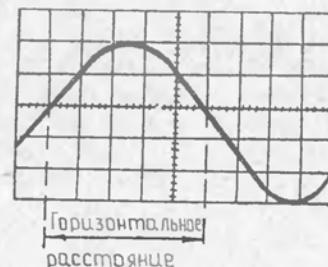


Рис. 28. Измерение временного интервала.

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

ж) совместить ручкой «ПЛАВНО» точку начала измерения с первой линией сетки;

з) измерить горизонтальное расстояние между измеряемыми точками. Ручка «УСИЛЕНИЕ» должна быть установлена в крайнем правом положении;

и) умножить расстояние, полученное в п. «З», на величину, определяемую переключателем «ВРЕМЯ/ДЕЛ.». При применении растяжки длительности, ответ разделить на 10.

Пример. Допустим, что расстояние между измеряемыми точками равно 5 делениям, переключатель «ВРЕМЯ/ДЕЛ.» установлен в положение «0,1 ms», растяжка не применяется.

$$\text{Длительность времени} = \frac{5 \times 0,1}{1} = 0,5 \text{ мс.}$$

9. 1. 5. Измерение частоты.

Частоту периодических импульсов можно измерить следующим образом:

- измерить длительность времени одного цикла импульса, как описано выше;
- частота сигнала является обратной величиной длительности времени одного цикла.

Пример. Частота сигнала, показанного на (рис. 28) (с длительностью периода 0,5 мс), будет равна:

$$f_c = \frac{1}{T}; f_c = \frac{1}{0,5} = 2 \text{ кГц.}$$

9. 1. 6. Измерение времени нарастания.

Измерение времени нарастания основано на том же методе, что и измерение длительности времени. Основная разница только в точках, между которыми производятся измерения. Ниже приводится методика измерения времени нарастания между точками импульса 10% и 90%. Время спада можно измерить аналогичным образом на заднем фронте импульса:

- подать сигнал на гнездо «ВХОД» одного из каналов;
- установить переключатель «РЕЖИМ РАБОТЫ» на требуемый канал;
- установить переключателем «ВОЛЬТ/ДЕЛ.» и ручкой «УСИЛЕНИЕ» 5 делений по амплитуде;
- установить изображение симметрично средней горизонтальной линии;
- установить переключатель «ВРЕМЯ/ДЕЛ.» на наибольшую скорость развертки, при которой изображение между точками на импульсе 10% и 90% будет занимать менее 8 делений по горизонтали;
- определить точки 10% и 90% на нарастающей части импульса;
- ручкой переместить 10% точку импульса на первую линию сетки (рис. 29);

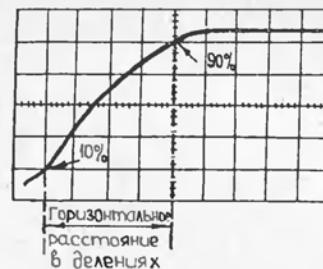


Рис. 29. Измерение времени нарастания.

з) измерить горизонтальное расстояние между точками 10% и 90%. Ручка «УСИЛЕНИЕ» установлена в крайнем правом положении;

и) умножить расстояние, полученное в п. «з», на величину, определяемую переключателем «ВРЕМЯ/ДЕЛ.». При использовании растяжки длительности ответ разделить на 10.

Пример. Предположим, что расстояние по горизонтали между точками 10% и 90% равно 4 делениям (рис. 29), переключатель «ВРЕМЯ/ДЕЛ.» установлен в положение «1 μ s», использована растяжка.

$$\text{Время нарастания: } \frac{4 \times 1}{10} = 0,4 \text{ мкс.}$$

9. 1. 7. Измерение временного сдвига двух сигналов.

Скорость калиброванной развертки и двухканальный режим прибора позволяют измерять временной сдвиг между двумя отдельными сигналами. Для измерения необходимо:

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

б) установить переключатель «РЕЖИМ РАБОТЫ» в положение «ПООЧЕР.» или «ПРЕР.». Режим «ПРЕР.» более пригоден для НЧ, а «ПООЧЕР.» — для ВЧ сигналов;

в) установить переключатель «ВНУТР. СИНХР.» 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 коаксиальным кабелем с одинаковым временем задержки;

д) если сигналы противоположной полярности, тумблером «ПОЛЯРНОСТЬ» инвертировать сигнал канала II;

е) установить переключателем «ВОЛЬТ/ДЕЛ.» изображение на 4 или 5 делений;

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

з) установить переключателем «ВРЕМЯ/ДЕЛ.» такую скорость развертки, чтобы между двумя импульсами было 3 или более делений;

и) установить ручкой вертикального перемещения оба импульса (или точки изображения, между которыми производятся измерения) посередине экрана относительно горизонтальной центральной линии;

к) при помощи ручки горизонтального перемещения установить контрольный сигнал на пересечении горизонтальной средней линии с вертикальной линией сетки;

л) измерить расстояние по горизонтали между импульсом канала I и каналом II (рис. 30);

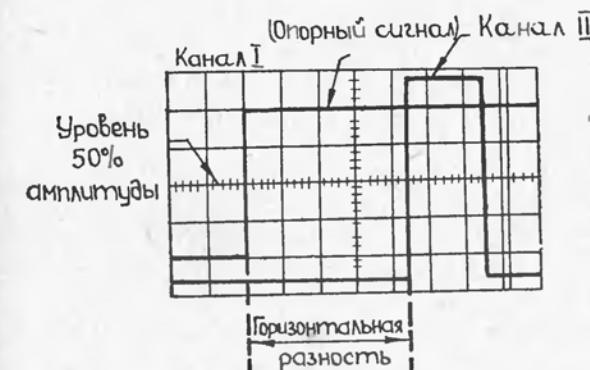


Рис. 30. Измерение временного сдвига двух сигналов.

м) умножить полученную разность на величину, определяемую положением переключателя «ВРЕМЯ/ДЕЛ.». При использовании растяжки, разделить результат на 10.

Пример. Допустим, переключатель «ВРЕМЯ/ДЕЛ.» установлен на «50 μ s», включена растяжка, разность по горизонтали между импульсами 4,5 делений.

$$\text{Временной сдвиг: } \frac{50 \times 4,5}{10} = 22,5 \text{ мкс.}$$

9. 1. 8. Измерение временных интервалов задержанной разверткой.

Для точных измерений времени можно использовать режим задержанной развертки. Общая точность измерения времени будет зависеть от:

- точности генератора развертки А;
- линейности шкалы «МНОЖИТЕЛЬ ЗАДЕРЖКИ».

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

а) подать сигнал на «ВХОД» канала I (II). Установить переключатель «РЕЖИМ РАБОТЫ» на требуемый канал;

б) установить переключатель «ВОЛЬТ/ДЕЛ.» в такое положение, чтобы изображение занимало около 4-х делений по амплитуде;

в) установить переключатель «А ВРЕМЯ/ДЕЛ.» в положение, обеспечивающее расстояние между импульсами не больше 8 делений;

г) установить ручками синхронизации А устойчивое изображение;

д) установить переключатель «ВИД РАЗВЕРТКИ» в положение «Б ПОДСВ. А», а переключатель «РЕЖИМ Б» — в положение «ЖДУЩ.»;

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

ж) ручкой «МНОЖИТЕЛЬ ЗАДЕРЖКИ» сместить подсвеченный участок к первому импульсу;

з) установить переключатель «ВИД РАЗВЕРТКИ» в положение «Б»;

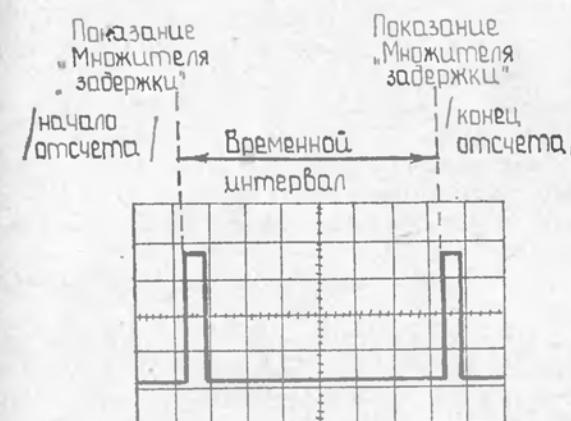
и) ручкой «МНОЖИТЕЛЬ ЗАДЕРЖКИ» установить импульс (или часть его) на вертикальную центральную линию. Записать показание шкалы «МНОЖИТЕЛЬ ЗАДЕРЖКИ»;

к) поворачивать ручку «МНОЖИТЕЛЬ ЗАДЕРЖКИ» по часовой стрелке до тех пор, пока второй импульс не дойдет до той же точки. (Если на экране несколько импульсов, вернуться к положению «Б ПОДСВ. А» для определения правильного местоположения импульса).

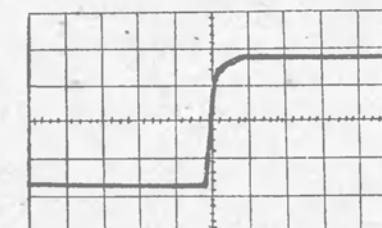
Записать показание шкалы:

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

Пример. Пусть первое показание шкалы 1,31; второе — 8,81; положение переключателя «ВРЕМЯ/ДЕЛ.» — «0,2 μ s» (см. рис. 31).



а) Изображение развертки А



б) Задержанная развертка Б

Рис. 31. Измерение временных интервалов с помощью задержанной развертки.

Временной интервал между импульсами будет:

$$(8,81 - 1,31) \times 0,2 = 1,5 \text{ мкс.}$$

9. 1. 9. Увеличение длительности с помощью задержанной развертки.

Свойства задержанной развертки могут быть использованы для обеспечения более значительного увеличения длительности, чем при десятикратной растяжке.

Скорость задержанной развертки в действительности не увеличивается; усиление является результатом задержки раз-

вертки Б на отрезок времени, выбираемый переключателем «А ВРЕМЯ/ДЕЛ.» и шкалой «МНОЖИТЕЛЬ ЗАДЕРЖКИ», по сравнению с уже существующим изображением при скорости развертки, выбираемой переключателем «Б ВРЕМЯ/ДЕЛ.». На более высоких уровнях кажущегося усиления может быть использован режим Б «ЖДУЩ.»:

- а) подать сигнал на «ВХОД» канала I. Установить переключатель «РЕЖИМ РАБОТЫ» в положение «I»;
- б) установить переключатель «ВОЛЬТ/ДЕЛ.» в положение, обеспечивающее изображение по амплитуде около 4-х делений;
- в) установить переключатель «А ВРЕМЯ/ДЕЛ.» в положение, обеспечивающее полное изображение;
- г) установить устойчивое изображение ручками «СИНХРОНИЗАЦИЯ А»;
- д) установить переключатель «ВИД РАЗВЕРТКИ» в положение «Б ПОДСВ. А» и режим Б в положение «АВТ.»;
- е) установить начало подсвеченного участка с помощью ручки «МНОЖИТЕЛЬ ЗАДЕРЖКИ» на участок изображения, который должен быть растянут;
- ж) установить переключатель «Б ВРЕМЯ/ДЕЛ.» в положение, при котором полностью подсвечивается участок, который должен быть увеличен;
- з) установить переключатель «ВИД РАЗВЕРТКИ» в положение «Б»;
- и) измерить время можно по изображению, обычным способом.

Скорость развертки определяется переключателем «Б ВРЕМЯ/ДЕЛ.»;

к) увеличение длительности развертки может быть вычислено: умножить показания переключателей «А ВРЕМЯ/ДЕЛ.» и «Б ВРЕМЯ/ДЕЛ.».

Пример. Увеличение длительности изображения (см. рис. 32) при положении переключателя «А ВРЕМЯ/ДЕЛ.» — «0,1 мс» и «Б ВРЕМЯ/ДЕЛ.» — «1 мс» определяется:

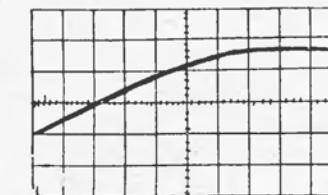
$$\frac{1 \times 10^{-4}}{1 \times 10^{-6}} = 100 \text{ раз.}$$

Увеличение длительности изображения с помощью задержанной развертки (режим «ЖДУЩ.»).

При увеличении длительности с помощью задержанной развертки (режим «АВТ.») возможна неустойчивость при высоких уровнях усиления. Режим Б «ЖДУЩ.» обеспечивает более устойчивое изображение, так как задержанное изображение синхронизируется каждый раз в одной и той же точке:



а) изображение развертки А



б) изображение задержанной развертки Б

Рис. 32. Использование задержанной развертки для увеличения длительности импульса.

а) установить изображение, как описано выше в п.п. «а» — «ж»;

б) установить переключатель «РЕЖИМ Б» в положение «ЖДУЩ.»;

в) регулировкой «УРОВЕНЬ» синхронизации Б установить устойчивое изображение подсвеченного участка. (Если подсвеченный участок не может быть выделен, см. п. «г»);

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

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

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

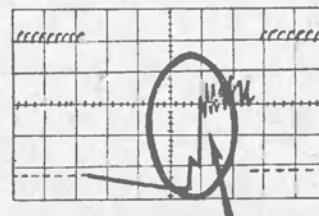
е) измерение длительности и вычисление ее аналогично вышеописанному.

9. 1. 10. Подсвечивание сложных сигналов с помощью задержанной развертки.

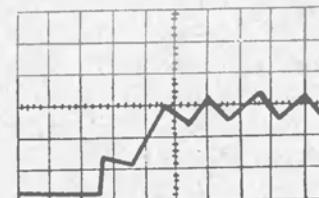
Сложные сигналы часто состоят из нескольких отдельных участков различной амплитуды. Поскольку цепи синхронизации чувствительны к изменениям амплитуды сигналов, устойчивое изображение обычно может быть получено, когда развертка синхронизируется импульсами, имеющими большую амплитуду. Следовательно, это не обеспечивает требуемого изображения участков низшей амплитуды, которые следуют за более высокими засинхронизированными участками.

Характер задержанной развертки обеспечивает задержку начала развертки Б на выбранную величину, определяющую участок сигналов с большой амплитудой.

Затем часть сигнала, содержащего интересующую информацию, может быть подсвеченена. (Это демонстрируется на рис. 33). Для подсвечивания следует выполнить операции, аналогичные приведенным в разделе «Увеличение длительности с помощью задержанной развертки».



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



б) Часть интересующего нас изображения, полученного с помощью задержанной развертки (режим Б «АВТ.»).

Рис. 33. Изображение сложного сигнала с помощью задержанной развертки.

9. 1. 11. Задержка синхронизации.

Выходной сигнал «ВЫХОД ПЛ Б» может быть использован для внешней синхронизации через выбранное время задержки после начала развертки А. Время задержки выходного сигнала Б может быть выбрано при помощи шкалы «МНОЖИТЕЛЬ ЗАДЕРЖКИ» и переключателя «А ВРЕМЯ/ДЕЛ.».

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

- получить синхронизированное изображение обычным путем;
- установить переключатель «ВИД РАЗВЕРТКИ» в положение «Б ПОДСВ. А»;
- выбрать величину задержки от начала развертки А с помощью шкалы «МНОЖИТЕЛЬ ЗАДЕРЖКИ». Время задержки может быть вычислено обычным способом;
- установить переключатель «РЕЖИМ Б» в положение «АВТ.»;
- подать сигнал от гнезда «ВЫХОД ПЛ Б» на гнездо «ВХОД» канала I;
- длительность импульса «ВЫХОД ПЛ Б» определяется положением переключателя «Б ВРЕМЯ/ДЕЛ.»;
- внешнее подключение будет синхронизировать в начале подсвеченного участка, если происходит срабатывание от положительного импульса синхронизации, или в конце подсвеченного участка, если от отрицательного.

Внешняя синхронизация развертки А.

Этот режим работы может быть использован для получения задержанной синхронизации с соответствующим изображением или без него.

Подключить внешний сигнал на гнездо «ВХОД» синхронизации А и установить переключатель выбора источника синхронизации в положение «1:1 ВНЕШ.».

Последовательно выполнить операции, описанные выше, для получения задержанной синхронизации.

9. 1. 12. Режим синхронизации источника сигнала.

Обычно изображаемый сигнал служит для осциллографа и синхронизирующими. В некоторых случаях может потребоваться изменить это положение и иметь осциллограф, синхронизирующий источник сигнала. Это может быть сделано подсоединением сигнала «ВЫХОД ПЛ А» ко входу источника сигнала.

Установить ручку «УРОВЕНЬ» синхронизации А в крайнем положении по часовой стрелке, переключатель «РЕЖИМ А» в положении «АВТ.», и переключатель «А ВРЕМЯ/ДЕЛ.» в такое положение, чтобы получить нужное изображение. Следовательно, источник сигнала синхронизируется сигналом, имеющим фиксированное время, зависимое от развертки, выходной сигнал

источника может быть изображен так же, как если бы осциллограф синхронизировался обычным способом.

9. 1. 13. Измерение разности фаз.

Сравнение фазы между двумя сигналами одной частоты возможно осуществить, используя двухканальный режим осциллографа. Этот метод измерения разности фаз может быть использован вплоть до предельной частоты вертикальной отклоняющей системы.

Для проведения сравнения выполнить следующие пункты:

- установить переключатели « $\approx \perp \sim$ » в одинаковое положение, в зависимости от типа подаваемого сигнала;
- установить переключатель «РЕЖИМ РАБОТЫ» в положение «ПРЕР.» или «ПООЧЕР.». Режим «ПРЕР.» обычно применяется при НЧ сигналах, а «ПООЧЕР.» — при ВЧ сигналах;
- установить переключатель «ВНУТР. СИНХР.» в положение «I»;
- подать опорный сигнал на вход канала I, а сравниваемый — на вход канала II. Опорный сигнал предшествует сравниваемому во времени.

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

- если сигналы противоположной полярности, переключателем «ПОЛЯРНОСТЬ» второго канала инвертировать сигнал;
- установить переключателями «ВОЛЬТ/ДЕЛ.» и ручками «УСИЛЕНИЕ» обоих каналов идентичные изображения около 5 делений по амplitude;
- установить ручками «УРОВЕНЬ», «СТАБ. ВЧ» устойчивое изображение;
- установить переключатель «ВРЕМЯ/ДЕЛ.» на скорость развертки, обеспечивающей один цикл сигналов на экране;
- переместить кривые сигналов к центру градуированной линии ручками «» вертикального перемещения;

к) перемещать ручку «ДЛИТЕЛЬНОСТЬ А», пока опорный сигнал не установится точно на 9 делений по горизонтали (см. рис. 34). Каждое деление шкалы соответствует 40° цикла ($360^\circ : 9 = 40^\circ$). Это фазовый коэффициент.

- измерить разность по горизонтали между соответствующими точками сигналов (в делениях шкалы);
- умножить измеренное расстояние (в делениях) на 40° (фазовый коэффициент) для получения точной величины фазовой разности.

Пример. Предположим, что горизонтальная разность со-

тавляет 0,6 деления, фазовый коэффициент 40° , как показано на рис. 34.

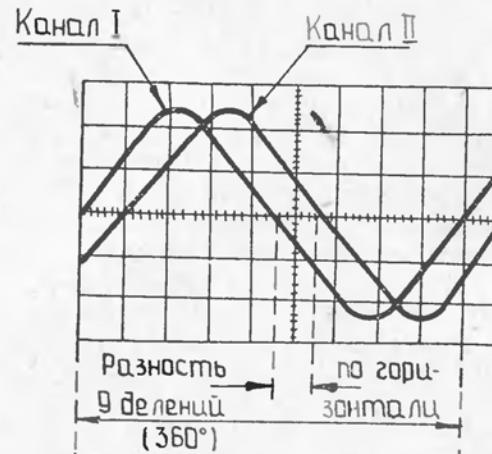


Рис. 34. Измерение фазовой разности.

Фазовая разность будет: $0,6 \times 40^\circ = 24^\circ$.

9. 1. 14. Более точное измерение фазы.

Более точное измерение фазы между двумя лучами может быть осуществлено увеличением скорости развертки (без изменения длительности А). Один из простейших путей увеличения скорости развертки — включение на растяжку «УМНОЖ. 0,1». Также может быть использовано усиление задержанной разверткой. Установленная фазовая разность определяется, как произведение фазового коэффициента, предварительно определенного, на увеличение скорости развертки.

Пример. Если скорость развертки увеличивается в 10 раз путем растяжки, фазовый коэффициент будет: $40^\circ : 10 = 4^\circ/\text{деление}$.

При горизонтальной разности 6 делений, фазовая разность будет $6 \times 4^\circ = 24^\circ$.

9. 1. 15. Измерение фазы X—Y.

Метод измерения фазы X—Y может быть использован для определения фазовой разности между двумя сигналами одной частоты. Этот метод более удобен для частот сигналов 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). Значения фазового отклонения между двумя сигналами могут быть определены по фигурам Лиссажу следующим путем:

- а) подать синусоидальные сигналы на гнезда «ВХОД» обоих каналов;
- б) установить переключатель «ВИД РАЗВЕРТКИ» в положение «ВНЕШ.», «ВНУТР. СИНХР.» в положение «I» и переключатель источника синхронизации Б в положение «ВНУТР.»;
- в) установить изображение на середину экрана и переключателями «ВОЛЬТ/ДЕЛ.» обеспечить размах изображения до 4 делений в каждом направлении. Переключатель «ВОЛЬТ/ДЕЛ.» канала I управляет горизонтальным отклонением (X), а переключатель канала II — вертикальным (Y);
- г) отцентрировать изображение относительно вертикальной градиуированной линии. Измерить расстояния А и Б, как показано на рис. 35. Величина А представляет собой расстояние между точками пересечения кривой с вертикальной градиуированной линией. Расстояние Б — максимальное отклонение по вертикали;
- д) разделить А на Б для вычисления синуса фазового угла (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. 36а) или с разницей 180° (рис. 36д). Изображение окружности указывает на фазовую разность 90° . На рис. 36 изображены несколько возможных фигур Лиссажу, определяющих фазу от 0° до 360° .

Пример. Пусть изображению, показанному на рис. 35 ($A=2$, $B=4$ делениям), свойственна собственная фазовая разность 2° .

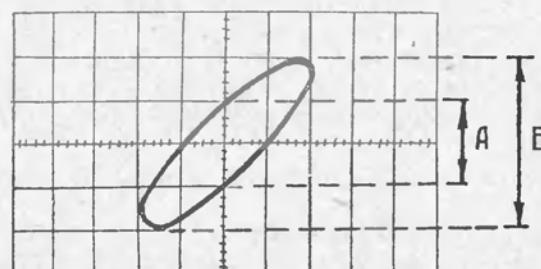


Рис. 35. Измерение разности фазы Х—У.

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

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

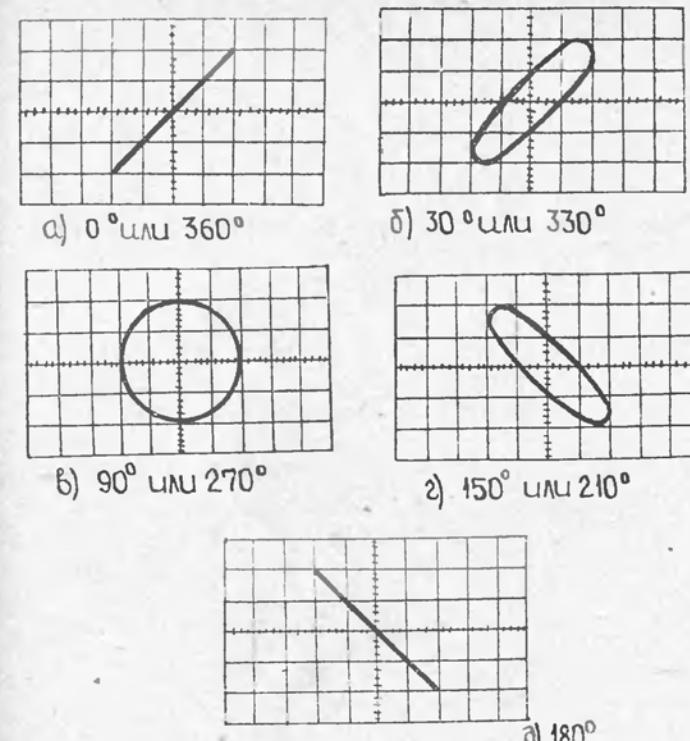


Рис. 36. Фигуры Лиссажу.

Для определения фазовой разности между усилителями Х и У требуется учесть собственный фазовый коэффициент. Получаем

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

9. 1. 16. Режим суммирования.

Свойство осциллографа суммировать может быть использовано при изображении сигналов, содержащих нежелательные составляющие. Эти составляющие могут быть уничтожены при использовании режима суммирования:

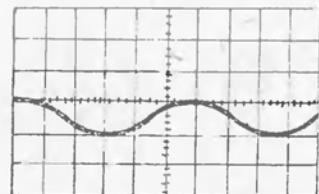
- а) подсоединить сигнал, содержащий требуемую и нежелательную информацию, ко входу канала I;

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

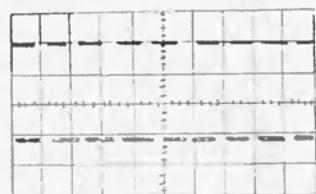
Например, на рис. 37 сигнал, подобный нежелательному, подсоединен к каналу II для избавления от ненужной составляющей сигнала канала I;



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. 37.

в) установить оба переключателя «~, ⊥, ≈» в положение «≈» («~», если постоянная составляющая входного сигнала слишком велика);

г) установить переключатель «РЕЖИМ РАБОТЫ» в положение «ПРЕР.». Установить переключатель «ВОЛЬТ/ДЕЛ.» так, чтобы сигналы были одинаковой амплитуды;

д) установить переключатель «ВНУТР. СИНХР.» в положение «I, II»;

е) установить переключатель «РЕЖИМ РАБОТЫ» в положение «+». Тумблером «ПОЛЯРНОСТЬ» установить на экране сигналы противоположной полярности;

ж) отрегулировать переключатель «ВОЛЬТ/ДЕЛ.» канала II и ручку «УСИЛЕНИЕ» для максимального избавления от паразитной составляющей;

з) оставшийся сигнал будет представлять собой полезную информацию сигнала первого канала. Нежелательная часть его уничтожена.

Пример. На рис. 37 показан один из случаев применения вышеописанного режима. Сигнал, приложенный к гнезду «ВХОД» канала I, содержит нежелательные частотные составляющие. Соответствующий частотный сигнал подсоединен к каналу II (рис. 37б). Рис. 37в показывает оставшуюся полезную часть сигнала.

9. 2. РЕГУЛИРОВАНИЕ И НАСТРОЙКА

9. 2. 1. Описание органов подстройки

Внутренними органами регулирования пользуются только после смены полупроводниковых приборов и элементов входного делителя, влияющих на параметры прибора, а также по мере необходимости при длительной работе:

- а) плата И22.089.128 Сп:
 - корректировка частотной характеристики предусилителя канала I (II) в положении «0,02» переключателя «ВОЛЬТ/ДЕЛ.»;
 - корректировка частотной характеристики предусилителя канала I (II) в положении «0,005» переключателя «ВОЛЬТ/ДЕЛ.»;
 - корректировка частотной характеристики предусилителя канала I (II) в положении «0,01» переключателя «ВОЛЬТ/ДЕЛ.»;
 - установка плоской вершины прямогоугольного импульса в положении «0,02» переключателя «ВОЛЬТ/ДЕЛ.»;
 - установка нулевого потенциала на коллекторе триода 1-T3 (1-T14);
 - установка постоянного уровня потенциала эмиттера триода 1-T4 для обеспечения нулевого постоянного уровня на выходе предусилителя синхронизации;
- I-C1, I-C4, I-R1
(I-C35, I-C38, I-R79)
- I-C5, I-C9, I-R2,
(I-C39, I-C44, I-R80)
- I-C3, I-C6
(I-C37, I-C40)
- I-C8 (I-C45)
- I-R17 (I-R94)
- I-R25

I-R63	<ul style="list-style-type: none"> — установка нулевого уровня постоянного напряжения на входе предусилителя синхронизации; б) плата И22.089.122 Сп: 			<ul style="list-style-type: none"> — установка нулевого уровня постоянного напряжения на выходе предусилителя синхронизации; в) плата И22.089.129 Сп: 		<ul style="list-style-type: none"> — установка нулевого потенциала (на базе триода 3-T6) для нормальной синхронизации, когда ручка «УРОВЕНЬ» (R72) находится в среднем положении; — регулировка выходного напряжения триода 3-T22 с целью точной подстройки напряжений калибратора 1V; 0,1 V; — подстройка частоты калибратора; г) плата И22.089.127 Сп: 		<ul style="list-style-type: none"> — установка нужного для нормальной синхронизации потенциала на базе триода 5-T2 (ручка «УРОВЕНЬ» — (R97) находится в среднем положении); — установка точного значения коэффициента отклонения по горизонтали; — установка базового потенциала триода 5-T13, определяющего начало развертки; — для установки изображения в центре экрана при растяжке; — подстройка калиброванной длительности разверток А и Б. д) плата И22.089.124 Сп: — корректирование формы импульса;
2-C11, 2-C13, 2-R12	<ul style="list-style-type: none"> — корректировка частотной характеристики оконечного усилителя вертикального отклонения; в) плата И22.089.129 Сп: 			<p>R1 (Y1) — ЯП3.219.006 Э3</p>		<ul style="list-style-type: none"> — установка напряжения +80 В; — установка напряжения +10 В; — установка напряжения минус 10 В; 		<ul style="list-style-type: none"> е) плата И22.089.151 Сп: — установка напряжения 1,9 кВ;
3-R4			<p>10-R10</p>		<ul style="list-style-type: none"> ж) плата И22.089.126 Сп: 			
3-R35			<p>10-R18</p>					
3-R105			<p>10-R26</p>					
3-Tr2				<p>C3 (C19)</p>				
5-R16				<p>C4 (C20)</p>				
5-R34				<p>C5 (C21)</p>				
5-R63				<p>C6 (C22)</p>				
5-R101				<p>C9 (C25)</p>				
5-R111, 5-R112				<p>C10 (C26)</p>				
4-C5				<p>C11 (C27)</p>				
				<p>C12 (C28)</p>				
				<p>C13 (C29)</p>				
				<p>R157, R158</p>				

- | | |
|---------------------|---|
| R1 (ЯП3.219.006 Э3) | — точная установка напряжения минус 1,98 кВ; |
| R130 | — установка горизонтальной линии луча параллельно линиям сетки; |
| R131 | — установка вертикальной линии луча параллельно линиям сетки; |
| R142 | — устранение геометрических искажений изображения. |

9. 2. 2. РЕГУЛИРОВКА ПРИБОРА

а) регулировка источников питания

После замены полупроводниковых приборов, установленных в блоке питания, а также после ремонта, необходимо произвести проверку и подрегулировку выходных напряжений.

Регулировка блока питания производится совместно со всеми узлами осциллографа в рабочем положении.

Для регулировки и проверки параметров блока питания необходимы следующие измерительные приборы:

1. Комбинированный прибор Ц4313.
2. Вольтметр М2018.
3. Вольтметр С502/9 (3 кВ).
4. Вольтметр С196 (7,5 кВ; 15 кВ; 30 кВ).
5. Осциллограф универсальный С1-67.
6. Автотрансформатор РНО-250-2.
7. Измеритель нестабильности В2-13.
8. Ваттметр Д5016.
9. Вольткилоомметр В7-15.
10. Частотомер ЧЗ-34.

Прибор подключается к питающей сети через автотрансформатор. Ручка автотрансформатора переводится плавно в положение, соответствующее напряжению питающей сети 220 В. Напряжение питающей сети контролируется комбинированным прибором Ц4313 на пределе измерения 300 В (при питании от сети частотой 400 Гц прибором Д566). Ток потребления осциллографа контролируется прибором Ц4313 на пределе измерения 1 А и не должен превышать 0,67 А, при питании от сети напряжением 115 В прибором Ц4313 на пределе измерения 2,5 А и должен быть не более 1,35 А.

После предварительного прогрева осциллографа (в течение 15 минут) приступают к проверке и регулировке выходных напряжений. Проверку и регулировку всех напряжений необходимо производить при номинальном напряжении питающей сети.

Проверку и регулировку следует начать со стабилизаторов минус 10 В и +80 В.

Вольтметром М106/1 (предел измерения 15 В) на конденсаторе С99 контролируется напряжение минус 10 В. Оно должно быть в пределах 9,9 В \pm 10,1 В и регулируется потенциометром 10-R26.

Напряжение +80 В контролируется вольтметром М106/1 (предел измерения 150 вольт) на конденсаторе С97 и регулируется потенциометром 10-R10. Оно должно быть в пределах 80 вольт \pm 0,8 вольта.

Напряжения +6,3 В, -6,3 В, +10 В, +150 В контролируются прибором М106/1 на соответствующих пределах измерения. Проверка осуществляется на резисторах R157, R158, конденсаторе С98 и на положительном полюсе конденсатора С93 относительно корпуса прибора.

Величины напряжений должны быть: 6,3 \pm 0,1 В; +10 \pm 0,1 В, минус 10 \pm 0,1 В, +150 \pm 7,5 В.

Внимание! Подключение и отключение приборов для измерения напряжений +8,5 кВ, минус 1,9 кВ, 1,98 кВ, измерение их пульсаций; 6,3 В (под потенциалом 1,9 кВ) при включенном осциллографе в сеть недопустимо. Прикасаться к измерительным приборам и разделительным конденсаторам категорически запрещается. Это опасно для жизни. После измерения пульсаций источников +8,5 кВ, минус 1,9 кВ, \pm 1,98 кВ разделительные конденсаторы необходимо разрядить закорачиванием.

Напряжение +8,5 кВ контролируется прибором С196 на пределе измерения 15 кВ и должно быть в пределах 8 \div 9 кВ.

Напряжение минус 1,9 кВ контролируется прибором С50/8 (3 кВ) и должно быть в пределах 1,9 кВ \pm 0,03 кВ.

Напряжение \pm 1,98 кВ контролируется прибором С50/8 (3 кВ) и должно быть больше напряжения минус 1,9 кВ на 80 вольт. Установка напряжения 1,98 кВ осуществляется потенциометром R1 (ЯП3.219.006 Э3).

Напряжения +8,5 кВ, минус 1,9 кВ, \pm 1,98 кВ можно подрегулировать потенциометром R1 (ЯП3.219.006 Э3), размещенным на плате У1.

Далее производят проверку пульсаций выходных напряжений источников.

Проверка пульсаций источника +8,5 кВ производится универсальным осциллографом С1-67 через разделительный конденсатор КВИ-3-16-470 пФ, источников минус 1,9 кВ, \pm 1,98 кВ — через разделительный конденсатор К15-5-Н70-3-0,015 мкФ.

Величины пульсаций низковольтных источников контролируются на выходных конденсаторах стабилизаторов и не должны превышать значений, указанных в таблице 2.

Производится проверка коэффициента стабилизации всех источников при изменении напряжения питающей сети $220 \text{ В} \pm 10\%$ прибором В2-13. При этом коэффициент стабилизации не должен быть меньше значений, указанных в таблице 2. Проверку коэффициента стабилизации высоковольтных источников $+8,5 \text{ кВ}$, минус $1,9 \text{ кВ}$, $\pm 1,98 \text{ кВ}$ производить приборами С196 и С50/8.

Производится проверка параметра источников при питании осциллографа от сети $115 \text{ В} \pm 5\%$, $220 \text{ В} \pm 5\%$ частотой 400 Гц.

б) регулировка схемы ЭЛТ

Включить прибор в сеть и после 15-минутного прогрева проверить действие ручек «ЯРКОСТЬ», «ФОКУС».

Толщина линии луча и его яркость должны быть равномерными по всей длине линии развертки.

При неравномерной яркости луча, следует отрегулировать выходной импульс усилителя «Z». Для этого щуп образцового осциллографа подсоединить на контрольную точку 4-КТ1 (плата И22.089.124 Сп).

Подобрав нужную длительность развертки контрольного осциллографа, получить на экране изображение переднего фронта прямоугольного импульса, снимаемого с выхода усилителя «Z».

С помощью подстроечного конденсатора 4-С5 отрегулировать передний фронт импульса до получения оптимальной его формы (рис. 38). Отсоединить контрольную аппаратуру.



Рис. 38.

Проверить параллельность линий луча линиям шкалы ЭЛТ.

Для этого при помощи ручки перемещения по вертикали совместить линию луча с центральной линией сетки.

В случае их непараллельности потенциометром R130 регулировать до полного совпадения луча с горизонтальной линией.

Ручкой «ФОКУС» и регулировкой «АСТИГ.» установить требуемую четкость изображения.

Для проверки параллельности линии луча вертикальным линиям сетки и правильной геометрии изображения, следует подать на вход осциллографа сигнал от И1-9 частотой 10 кГц.

Линии сигнала должны быть параллельны вертикальным линиям шкалы ЭЛТ. Потенциометром R131 устраняется непараллельность.

Геометрические искажения по краям экрана вызывают искривления изображения, которые устраняются потенциометром R142;

в) балансировка усилителей каналов I и II

Балансировка усилителей производится в случае сдвига луча по вертикали при переключении диапазонов «0,005»—«0,02» — переключатель «ВОЛЬТ/ДЕЛ.».

Установить переключатель «РЕЖИМ РАБОТЫ» в положение «I», а линию луча — по центру экрана.

Регулировкой «БАЛАНС», выведенной под штиц на переднюю панель прибора, добиться неподвижности изображения при переключении переключателя «ВОЛЬТ/ДЕЛ.» от положения «0,02» до «0,005».

Установив переключатель «РЕЖИМ РАБОТЫ» в положение «II», совместить луч с центральной линией шкалы экрана и аналогично сбалансировать усилитель канала II;

г) регулировка основных параметров каналов I и II

Линия луча должна совпадать с центральной горизонтальной линией шкалы при среднем положении ручки «» вертикального перемещения.

Подсоединить вольтметр на контрольную точку I-КТ7 (плата И22.089.128 Сп). Установить ручку «» канала II в среднее положение, чтобы на контрольной точке был нулевой потенциал. Если луч не совпадает с центральной линией, следует совместить его при помощи потенциометра I-R94.

Установить переключатель «РЕЖИМ РАБОТЫ» в положение «I». Подсоединить вольтметр на контрольную точку I-КТ1 (плата И22.089.128 Сп).

Установить ручку «» канала I в среднее положение

Если луч не совпадает с горизонтальной линией сетки, подрегулировать потенциометром 1-R17 до их полного совмещения.

Величина вертикального отклонения должна соответствовать величине, определяемой переключателем «ВОЛЬТ/ДЕЛ.».

Установить ручки «УСИЛЕНИЕ» каналов I и II в крайнее правое положение, переключатели «ВОЛЬТ/ДЕЛ.» — «0,02», «РЕЖИМ РАБОТЫ» — «1». Подать на оба входа каналов I и II сигнал внутреннего калибратора амплитудой 0,1 В. Ручкой «» установить изображение симметрично относительно центральной линии.

Изображение должно составлять 5 делений по амплитуде. В случае несоответствия потенциометром R22, выведенном на переднюю панель («КОРП.»), отрегулировать точную величину (5 делений) отклонения по вертикали.

Прямоугольный импульс, поданный на вход канала I (II), не должен искажаться при любом положении переключателя «ВОЛЬТ/ДЕЛ.».

Для проверки установить переключатель «ВОЛЬТ/ДЕЛ.» канала II в положение «0,05». Подать на гнездо «ВХОД» канала II прямоугольные импульсы от калибратора универсального осциллографа С1-67 такой амплитуды, чтобы на экране было два периода с амплитудой 4 деления. Проверить форму импульса на отсутствие выбросов и завалов.

В случае несоответствия формы импульса прямоугольной, отрегулировать ее до прямого угла и плоской вершины при помощи подстроек конденсаторов. Номера конденсаторов для подстройки на основных диапазонах указаны в таблице 3.

Таблица 3

Положение переключателя «ВОЛЬТ/ДЕЛ.» канала I (II)	Подстроочные конденсаторы для корректировки прямоугольной формы импульса канала I (II)	
	Прямой угол	Плоская вершина
«0,02»		1-C8 (I-C45)
«0,05»	C12 (C28)	
«0,1»	C13 (C29)	
«0,2»	C5 (C21)	
«0,5»		C9 (C25)
«1»		
«2»	C6 (C22)	

д) регулировка высокочастотных искажений

Прямоугольный импульс, поданный на вход канала I (II), не должен иметь высокочастотных искажений при любом положении переключателя «ВОЛЬТ/ДЕЛ.».

Установив переключатель «ВРЕМЯ/ДЕЛ.» в положение «0,5 μ s», «РЕЖИМ А» — в положение «АВТ.», «РЕЖИМ Б» — в положение «ЖДУЩ.», «РЕЖИМ РАБОТЫ» — в положение «1», подать на вход канала I от генератора прямоугольных импульсов сигнал частотой 100 кГц и амплитудой 5 делений.

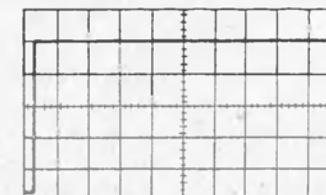
Изображение импульса должно иметь плоскую вершину (см. рис. 39а).

В случае несоответствия подрегулировать конденсатор 1-C30* (плата И22.089.128 Сп).

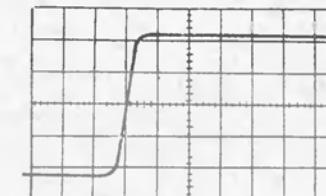
Подать на вход канала I импульс от генератора TR-0306.

Установить переключатель «ВРЕМЯ/ДЕЛ.» в положение «0,1 μ s», ручку «УМНОЖ.» — в положение «0,1», «ВОЛЬТ/ДЕЛ.» — «0,02».

Изображение импульса должно иметь оптимально возможный прямой угол и плоскую вершину (рис. 39б).



а) типичное изображение вершины импульса при правильной высокочастотной компенсации (0,5 мс/дел)



б) типичное изображение фронта импульса при правильной высокочастотной компенсации 10 нс/дел

Рис. 39. Регулировка высокочастотных искажений.

При помощи 2-R12, 2-C13, 2-C11 (плата И22.089.122 Сп), 1-C1, 1-C4, 1-R1 (плата И22.089.128 Сп) отрегулировать изображение импульса.

Потенциометрами 2-R12 и 1-R1 регулировать, пока на изображении импульса не появится выброс. Регулируя в обратном направлении, добиться его полного исчезновения. Если высокочастотная характеристика подобна приведенной на рис. 39б, то потребуется только коррекция при выключенной растяжке.

В случае, если изображение на экране показывает, что цепь раскомпенсирована, установить сначала конденсаторы в среднее положение. Затем подрегулировать потенциометрами до возможной правильной формы импульса, прежде чем начать регулировку конденсаторами прямого угла и плоской вершины.

После вышеописанной регулировки установить ручку «УМНОЖ.» в положение «1» и окончательно подрегулировать с помощью 2-R12 и 2-C13, чтобы получить наиболее оптимальную характеристику.

Установить переключатель «РЕЖИМ РАБОТЫ» в положение «II».

Провести аналогичные регулировки для канала II в положении «0,02» переключателя «ВОЛЬТ/ДЕЛ.», а затем для двух каналов в положении «0,005» и «0,01» переключателя «ВОЛЬТ/ДЕЛ.»;

е) регулировка синхронизаторов А и Б

Изображение должно нормально синхронизироваться.

Установить переключатель выбора источника синхронизации А и Б в положение «ВНУТР.».

Подать на вход канала I синусоидальный сигнал, чтобы он соответствовал 0,2 деления по амплитуде. Установить изображение по центру экрана. Когда ручка «УРОВЕНЬ» синхронизатора А находится в среднем положении, изображение должно быть устойчивым.

В противном случае потенциометром 3-R35 (плата И22.089.129Сп) регулировать до получения устойчивого изображения.

Установить переключатель «~, ~ВЧ, ~ НЧ, ≈» в положение «≈». В случае неустойчивой синхронизации, подрегулировать потенциометром I-R63 (плата И22.089.128) до полной неподвижности изображения.

Установить переключатель «ВНУТР. СИНХР.» в положение «I». Если изображение неустойчивое, подрегулировать потенциометром I-R25 до нормальной синхронизации.

Проверить синхронизатор Б. Для этого установить переключатель «ВНУТР. СИНХР.» в положение «I, II», «~, ~ВЧ, ~ НЧ, ≈» в положение «≈», «РЕЖИМ А» — в положение «АВТ.», «ВИД РАЗВЕРТКИ» — в положение «Б». Ручка «УРОВЕНЬ» синхронизатора Б устанавливается в среднее по-

ложение. При неустойчивой синхронизации, потенциометром 5-R16 подрегулировать до устойчивого изображения;

ж) калибровка развертки А

Установить переключатели в следующие положения:

«ВОЛЬТ/ДЕЛ.» — «2»;

«~, ~НЧ, ~ВЧ, ≈» — «≈»;

Вид источника синхронизации — «ВНУТР.»;

«МНОЖИТЕЛЬ ЗАДЕРЖКИ» — «1,00»;

«А ВРЕМЯ/ДЕЛ.» — «1 мс»;

«Б ВРЕМЯ/ДЕЛ.» — «5 μс»;

«ВИД РАЗВЕРТКИ» — «Б ПОДСВ. А»;

«РЕЖИМ А» — «АВТ.»;

«РЕЖИМ Б» — «АВТ.».

Подать на вход канала I сигнал от И1-9 частотой 0,1 кГц.

Подсвеченный участок изображения должен начинаться на второй вертикальной линии.

Подрегулировать потенциометром 5-R63, чтобы подсвеченный участок начинался точно на второй отметке (рис. 40а).

Установить «МНОЖИТЕЛЬ ЗАДЕРЖКИ» в положение «9,00». Подсвеченный участок изображения должен находиться на десятой линии.

Подрегулировать потенциометром 5-R112, чтобы подсвеченная часть сигнала начиналась точно на десятой линии (рис. 40б).

Установить переключатель «ВИД РАЗВЕРТКИ» в положение «Б». «МНОЖИТЕЛЬ ЗАДЕРЖКИ» — на отметку «2,00».

Подсвеченный импульс должен начинаться вместе с разверткой. Потенциометром 5-R63 подрегулировать так, чтобы начало импульса совпадало с началом развертки (рис. 40в).

Установить «МНОЖИТЕЛЬ ЗАДЕРЖКИ» на отметку «8,00». Если начало импульса не совпадает с началом развертки, подрегулировать потенциометром 5-R112 до полного совпадения.

Вернуть «МНОЖИТЕЛЬ ЗАДЕРЖКИ» на отметку «2,00» и повторить регулировку, если потребуется;

з) регулировка горизонтального усилителя

Временные интервалы изображения на экране должны соответствовать интервалам, определяемым переключателем «ВРЕМЯ/ДЕЛ.».

Для проверки установить переключатель «ВИД РАЗВЕРТКИ» в положение «А», переключатель «УМНОЖ.» — в положение

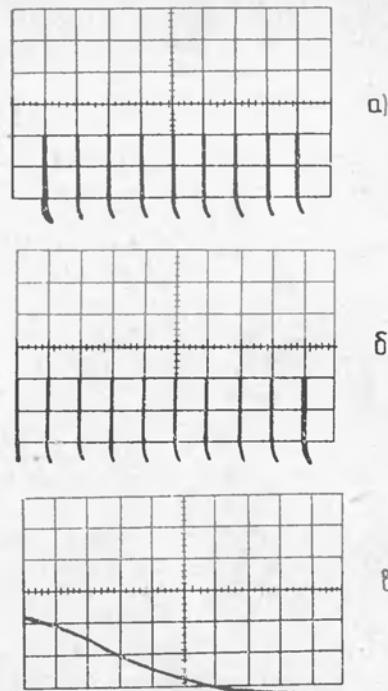


Рис. 40. Регулировка начала развертки и калибровка развертки А.

жение «I», переключатель «ВРЕМЯ/ДЕЛ» — в положение «10 μ s».

На вход канала I подать сигнал от генератора синусоидальных импульсов частотой 200 кГц.

На каждое деление должно приходиться полпериода сигнала.

Подрегулировать потенциометром R82, чтобы получить соответствие одного периода двум делениям шкалы.

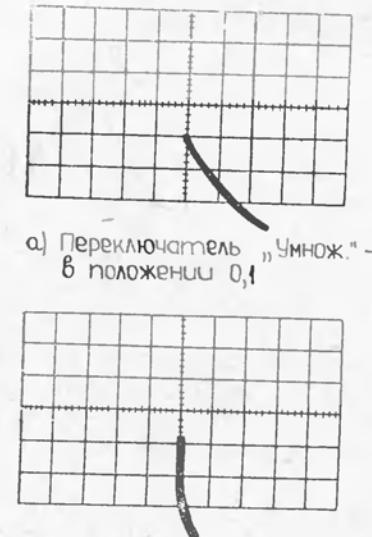
Установив переключатель «УМНОЖ.» в положение «0,1», подать на вход сигнал частотой 20 кГц. Если период сигнала не соответствует двум делениям шкалы, подрегулировать потенциометром R86.

При переключении длительности развертки с умноженной на нормальную, сдвиг изображения не должен составлять более 0,2 деления.

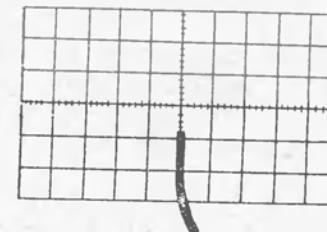
Подать на вход сигнал от импульсного калибратора осциллографа И1-9 частотой 0,2 кГц. Так как на всю развертку при-

ходится три импульса, то средний устанавливаем на центральную вертикальную линию (рис. 41а). Переключатель «УМНОЖ.» ставим в положение «I».

Средняя метка должна остаться на центральной линии (рис. 41б). Потенциометром 5-R101 установить метку по центру экрана. Переключить «УМНОЖ.» в положение «0,1». Повторить регулировку, если будет сдвиг при переключении;



а) Переключатель „Умнож.“ —
в положении 0,1



б) Переключатель „Умнож.“ —
в положении I

Рис. 41. Проверка работы переключателя растяжки.

и) калибровка линейности на высоких скоростях развертки

Линейность должна быть одинаковой по всей протяженности изображения.

Для проверки установить переключатель «ВРЕМЯ/ДЕЛ.» в положение «0,1 μ s», «ВИД РАЗВЕРТКИ» — в положение «А». На вход подается сигнал синусоидальной формы, 50 МГц (рис. 42).

Сместить изображение так, чтобы развертка начиналась от первой вертикальной линии сетки. Ручку «УМНОЖ.» поставить в положение «0,1». Проверить линейность по двум периодам «влево и вправо от центральной линии».

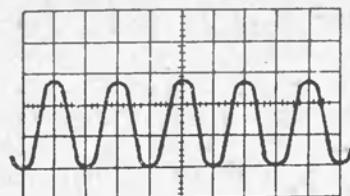


Рис. 42. Проверка линейности на высоких скоростях развертки.

Регулировкой 5-C38 и 5-C39 (плата И22.089.127 Сп) подстроить длительности периодов влево и вправо от центра. Их равенство определяет одинаковую скорость луча между первой и пятой, пятой и девятой вертикальными линиями сетки.

к) калибровка горизонтального усиления при внешнем подключении

При подаче сигнала на вход канала I должно обеспечиваться правильное горизонтальное отклонение, соответствующее положению переключателя «ВОЛЬТ/ДЕЛ.». Сигнал, поступающий на «ВХОД X», также должен обеспечивать горизонтальное отклонение.

Переключатель «ВОЛЬТ/ДЕЛ.» установлен в положение «0,02», «ВИД РАЗВЕРТКИ» — «ВНЕШ.». Импульс калибратора с амплитудой 0,1 В подать на вход канала I. Ручкой «ЯРКОСТЬ» отрегулировать видимость изображения. Горизонтальное отклонение должно составлять 5 делений $\pm 0,25$ деления (рис. 43а).

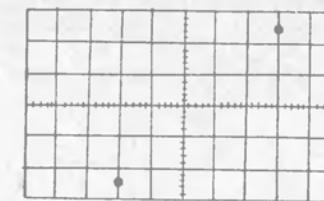
Потенциометром 5-R34 отрегулировать горизонтальное отклонение до 5 делений. Установить переключатель источника синхронизации Б в положение «ВНЕШ.». Подать на «ВХОД X» импульс калиброванной амплитуды 2 В от калибратора универсального осциллографа С1-67.

Изображение для горизонтального отклонения находится между 6,5 и 8,7 делениями.

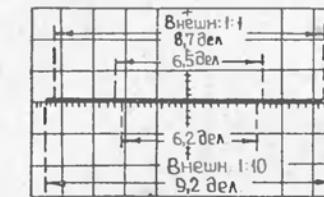
Подать на гнездо «ВХОД X» импульс от калибратора универсального осциллографа С1-67 амплитудой 20 В.

Установить переключатель вида источника синхронизации в положение «ВНЕШ. 1:10».

Изображение горизонтального отклонения должно находиться между 6,2 и 9,2 делениями (рис. 43б);



а) Сигнал поступает на вход канала I.



б) Сигнал поступает на гнездо «ВХОД X».

Рис. 43. Калибровка горизонтального усиления при внешнем подключении.

л) регулировка частоты следования импульсов калибратора

Погрешность установки частоты калибратора должна быть не более $\pm 1\%$.

Напряжение калибратора амплитудой 1 В подается на вход частотомера ЧЗ-34. Сердечником катушки трансформатора З-Тр2 устанавливается частота 2 кГц $\pm 1\%$.

10. ПОВЕРКА ОСЦИЛЛОГРАФА

Проверка осциллографа проводится в соответствии с требованиями ГОСТ 8.311-78 «Осциллографы электронно-лучевые универсальные. Методы и средства поверки». Проверке подвергаются осциллографы С1-64, находящиеся в эксплуатации, на хранении и выпускаемые из ремонта.

10. 1. Операции и средства поверки

При проведении поверки должны быть выполнены операции и применены средства поверки, указанные в табл. 4.

Таблица 4

Наименование операции	Номера пунктов	Средства поверки и их нормативно-технические характеристики
Внешний осмотр Опробование	10. 3. 1 10. 3. 2	Генератор импульсов типа Г5-53; длительность импульса (τ) $0,3-10^6$ мкс; погрешность установки длительности $\pm(0,1\tau+0,03)$ мкс; длительность фронта 15 нс; погрешность установки амплитуды $\pm(0,01 U+0,005)$ В; период повторения $1-10^7$ мкс; максимальная амплитуда 10 В
Определение метрологических параметров	10. 3. 3	Генератор импульсов типа Г5-53. Осциллограф универсальный типа С1-68: параметры пилообразного напряжения: — амплитуда 5—12 В; — длительность 2 мкс (см—2с) см.
Определение ширины линии луча	10. 3. 3а	Калибратор осциллографов типа И1-9: диапазон амплитуд 30 мкВ—100 В; погрешность установки амплитуды $\pm(2,5 \cdot 10^{-3}+3)$ мкВ; период следования (T) 100 нс — 10 с; погрешность установки периода 10^{-4} Т
Определение погрешности измерения напряжения	10. 3. 3б	Калибратор осциллографов типа И1-9 Генератор стандартных сигналов типа Г4-102А: — диапазон частоты 0,1—50 МГц; выход $5 \cdot 10^{-7}$ — 0,5 В; погрешности установки частоты $\pm 1\%$ Частотомер электронно-счетный типа ЧЗ-34: диапазон частот $1 \cdot 10^{-5}$ — 120 МГц; вход 0,3 В; нестабильность частоты кварцевого генератора $\pm 2 \cdot 10^{-7}$
Определение погрешности измерения временных интервалов	10. 3. 3в	Генератор испытательных импульсов типа ТР-0306 длительность импульсов < 100 нс длительность фронта $\leq 0,25$ нс Выход 50 В Генератор импульсов типа Г5-60.
Определение параметров переходной характеристики (время нарастания, выброс, неравномерность вершины, время установления, спад при закрытом входе)	10. 3. 3г	

Примечание. Допускается применять другие вновь разработанные или находящиеся в применении средства поверки, прошедшие метрологическую аттестацию в органах государственной или с их разрешения ведомственной метрологической службы, с погрешностью измерения, не превышающей $1/3$ допускаемой погрешности определяемого параметра.

10. 2. Условия поверки и подготовка к ней

10. 2. 1. При проведении поверки необходимо соблюдать следующие условия:

- поверку проводить в нормальных условиях:
температура окружающего воздуха ${}^{\circ}\text{C}$ 20 ± 5 ;
относительная влажность воздуха, % 65 ± 15 ;
атмосферное давление, кПа (мм рт. ст.) 100 ± 4 (750 ± 30)
напряжение питающей сети, В $220 \pm 4,4$ или $115 \pm 2,5$
для сети с частотой
400 Гц;

частота питающей сети, Гц $50 \pm 0,1$; 400 ± 12

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

10. 2. 2. Перед проведением поверки должны быть выполнены следующие подготовительные работы:

— подготовлены вспомогательные устройства (кабели, нагрузки, аттенюаторы, разветвители и т. п.) 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.

10. 3. Проведение поверки

10. 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» И22.044.040ФО;

— поверяемые осциллографы не должны иметь механических повреждений кожуха, крышек, лицевой панели, регулировочных 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 с соответствующими надписями на панели прибора.

10. 3. 2. Опробование

Опробование проводится после времени самопрогрева, равного 15 мин. Допускается проводить опробование сразу после включения осциллографа.

Опробование проводится при помощи генератора импульсов Г5-53.

Проверка работы осциллографа в автоколебательном режиме.

Осциллограф С1-64 перевести в автоколебательный режим, при этом установить переключатели:

«РЕЖИМ А», «РЕЖИМ Б» — в положение «АВТ.»;

«ВИД РАЗВЕРТКИ» — в положение «A»;

«РЕЖИМ РАБОТЫ» — в положение «1».

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

После этого переключатели «ВИД РАЗВЕРТКИ» установить в положение «Б», «РЕЖИМ РАБОТЫ» — 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 I, II и разверток А, Б по внутреннему калибратору согласно раздела 7. 2 технического описания.

Проверка работы органов регулировки коэффициента развертки.

Проверяемый осциллограф перевести в режим внешнего запуска, генератор импульсов Г5-53 — в режим внутреннего запуска. При этом в осциллографе С1-64 установить переключатели в положение:

«ВНУТР., СЕТЬ, ВНЕШ. 1:1, 1:10» синхронизации А, Б — «ВНЕШ. 1:1»;

«РЕЖИМ А»	— «АВТ.»;
«РЕЖИМ Б»	— «ЖДУЩ.»;
«УМНОЖ.»	— «1»;
«МНОЖИТЕЛЬ ЗАДЕРЖКИ»	— «0,40»;
«ВИД РАЗВЕРТКИ»	— «A»;
«ВРЕМЯ/ДЕЛ.»	— «0,1 μ s»;
«ВОЛЬТ/ДЕЛ.» канала I	— «0,2»;
«РЕЖИМ РАБОТЫ»	— «1».

Подать на гнездо «ВХОД» канала I от генератора Г5-53 основной импульс (при максимальной частоте повторения) ампли-

тудой, соответствующей четырем делениям шкалы ЭЛТ по вертикали длительностью, соответствующей пяти делениям шкалы ЭЛТ по горизонтали, и на гнездо «ВХОД» синхронизации А синхронизирующий импульс.

Органами регулировки амплитуды синхронизирующих импульсов генератора, задержки основных импульсов генератора и, при необходимости, ручками «УРОВЕНЬ», «СТАБ. ВЧ» синхронизации А проверяемого 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 уменьшают до минимального значения частоты повторения импульсов синхронизации проверяемого осциллографа.

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

Переключатель «ВИД РАЗВЕРТКИ» перевести в положение «Б», синхронизирующий импульс с гнезда «ВХОД» синхронизации А снять и подать на гнездо «ВХОД» синхронизации Б.

Переключатель «ВНУТР., СЕТЬ, ВНЕШ. 1:1, 1:10» синхронизации А перевести в положение «ВНУТР.».

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

Проверка работы осциллографа в режиме внутреннего запуска.

Проверяемый осциллограф перевести в режим внутреннего запуска.

Переключатели:
«ВНУТР., СЕТЬ, ВНЕШ. 1:1, 1:10» синхронизации А и Б — установить в положение «ВНУТР.»;

«ВИД РАЗВЕРТКИ» — в положение А.

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

Подать на гнездо «ВХОД» канала I от генератора Г5-53 основной импульс (при максимальной частоте повторения) амплитудой, соответствующей четырем делениям шкалы ЭЛТ по

вертикали и длительностью, соответствующей пяти делениям шкалы ЭЛТ по горизонтали. Регулировкой ручками «УРОВЕНЬ», «СТАБ. ВЧ» синхронизации А поверяемого осциллографа добиться устойчивого изображения импульса на экране ЭЛТ. Уменьшать амплитуду основных импульсов генератора Г5-53 до минимального значения 0,5 деления (4 мм), при этом синхронизация развертки А должна оставаться устойчивой.

При необходимости допускается проводить дополнительную регулировку уровня синхронизации.

Переключатель «ВИД РАЗВЕРТКИ» перевести в положение «Б».

Проверку работы осциллографа в режиме внутреннего запуска развертки Б провести аналогично проверке развертки А, при этом передний фронт импульса может не наблюдаться.

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 С1-64 установить переключатели в положение:

«ВНУТР., СЕТЬ, ВНЕШ. 1:1, 1:10» — синхронизации А —
«ВНЕШ. 1:1»;
«ВРЕМЯ/ДЕЛ.» — «0,1 мс»;
«РЕЖИМ А» — «АВТ.»;
«УМНОЖ.» — «1»;
«РЕЖИМ РАБОТЫ» — «1»;
«ВОЛЬТ/ДЕЛ.» каналов I, II — «0,005»;
«ВНУТР. СИНХР.» — «1,11».

Подать на гнездо «ВХОД» 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 «ВХОД» синхронизации А.

Органами регулировки синхронизации А «УРОВЕНЬ», «СТАБ. ВЧ», 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 «РЕЖИМ РАБОТЫ» установить в положение «II». Поверку коэффициентов отклонения канала II провести аналогичным способом.

10. 3. 3. Определение метрологических параметров

10. 3. За. 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 положение:

«А и Б ВРЕМЯ/ДЕЛ.»	— «5 мс»;
«ВИД РАЗВЕРТКИ»	— «А»;
«РЕЖИМ А»	— «АВТ.»;
«УМНОЖ.»	— «1»;
«ВОЛЬТ/ДЕЛ.» канала I	— «2»;
«РЕЖИМ РАБОТЫ»	— «1».

Генератор Г5-53 перевести в режим внутреннего запуска и от него через аттенюатор 20 дБ подать на гнездо «ВХОД» канала I основной импульс с периодом следования 40—200 мкс, длительностью 10—50 мкс, амплитудой 2—5 В. Ручкой «УРОВЕНЬ» синхронизации А добиться срыва синхронизации, при этом на экране ЭЛТ будут наблюдаться две горизонтальные линии. Ручкой  канала I переместить изображение к верхней границе рабочего участка экрана ЭЛТ.

При оптимальной яркости и фокусировке луча уменьшать при помощи органов регулировки генератора амплитуду импульсов до значения, при котором светящиеся линии соприкоснутся.

Ширину линии луча по вертикали d_V в делениях вычисляют по формуле

$$d_V = \frac{U_1}{a_V}, \quad (1)$$

где U_1 — амплитуда импульсов, В;

a_V — коэффициент отклонения по вертикали, В/дел.

Аналогично измерить ширину линии луча в середине и в нижней границе 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 измеренном осциллографе С1-64 установить переключатели в положение:

«ВИД РАЗВЕРТКИ» — «ВНЕШ.»;

«ВНУТР., СЕТЬ, ВНЕШ. 1:1, 1:10» синхронизации Б — «ВНЕШ. 1:1»;

«РЕЖИМ РАБОТЫ» — «1»;

«ВОЛЬТ/ДЕЛ.» канала I — «2».

На гнездо «ВХОД» канала I подать пилообразное напряжение с гнезда осциллографа С1-68 (при этом переключатель «ВРЕМЯ/СМ» установить в положение «5 μs», переключатель «Х, x1, x2» — в положение «x1»), а на гнездо «ВХОД Х» подать от генератора Г5-53 основной импульс с параметрами, как и при проверке ширины линии луча в вертикальном направлении.

На экране ЭЛТ наблюдать две вертикальные линии. Изменяя с помощью переключателя «ВОЛЬТ/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_x вычисляют по формуле

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

где U_2 — амплитуда импульсов на выходе генератора, В;
 l — длина изображения по горизонтали, деления.

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

При оптимальной яркости и фокусировке изменять амплитуду импульсов генератора Г5-53 до значения U_3 , при котором две светящиеся вертикальные линии соприкоснутся.

Ширину линии луча d_x по горизонтали вычисляют по формуле

$$d_x = \frac{U_3}{a_x}, \quad (3)$$

Аналогично измерить ширину линии луча в середине и у правой границы рабочего участка ЭЛТ.

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

10.3. Зб. Определение погрешности измерения напряжения. Определение погрешности измерения тракта вер-

тикального отклонения производится методом прямого измерения при помощи импульсного калибратора осциллографов И1-9. Перед проверкой производится калибровка коэффициента отклонения усилителей вертикального отклонения каждого канала по внутреннему калибратору амплитуды (при проверке с делителем 1:10 калибровка производится совместно с осциллографом) согласно п. 7. 2.

От прибора И1-9 с выхода калибратора напряжения подаются прямоугольные импульсы вначале на гнездо «ВХОД» канала I, а затем на гнездо «ВХОД» канала II. Переключатели «~, ⊥, ≈» усилителей обоих каналов устанавливаются в положение «≈», переключатель «ВНУТР., СЕТЬ, ВНЕШ. 1:1—1:10» синхронизации А в положение «ВНУТР». Ручки «УСИЛЕНИЕ» каналов I и II устанавливаются в крайнем правом положении («КАЛИБР»); коэффициент развертки — одно из значений.

Проверка производится во всех положениях переключателей «ВОЛЬТ/ДЕЛ» (с делителем 1:10 в положении «0,02») при величине изображения сигнала на экран 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 совпадения размера изображения с делениями шкалы.

Погрешность измерения напряжения в процентах определяется по индикатору прибора И1-9.

Результат проверки считается удовлетворительным, если погрешность измерения напряжения не превышает $\pm 5\%$ (с делителем 1:10 не более $\pm 7\%$) при измеряемом размере изображения величиной от 4 до 6 делений и $\pm 6\%$ (с делителем 1:10 не более $\pm 8\%$) при измеряемом размере изображения величиной от 2 до 4 делений.

10.3.Зв. Определение погрешности измерения временных интервалов. Определение погрешности измерения временных интервалов производится методом прямых измерений при помощи калибратора осциллографов И1-9 и методом косвенного измерения при помощи генератора сигналов Г4-102А и электронно-счетного частотомера ЧЗ-34.

Перед проверкой ручки «ДЛИТЕЛЬНОСТЬ А» и «ДЛИТЕЛЬНОСТЬ Б» устанавливаются в калиброванное положение и производится калибровка развертки по внутреннему калибратору длительности согласно п. 7. 2.

На вход испытуемого прибора подается напряжение такой частоты, чтобы на рабочей части развертки на 10 делениях укладывалось 10 периодов сигнала (см. таблицу 5).

Таблица 5

Длительность одного деления развертки	Калиброванная частота	Прибор	Положение переключателя «УМНОЖ.»	Примечание
0,1 с/дел	10 Гц	I1-9	1	
50 мс/дел	20 Гц	"	"	
20 мс/дел	50 Гц	"	"	
10 мс/дел	100 Гц	"	"	
5 мс/дел	200 Гц	"	"	
2 мс/дел	500 Гц	"	"	
1 мс/дел	1 кГц	"	"	
0,5 мс/дел	2 кГц	"	"	
0,2 мс/дел	5 кГц	"	"	
0,1 мс/дел	10 кГц	"	"	
50 мкс/дел	20 кГц	"	1	
20 мкс/дел	50 кГц	"	"	
10 мкс/дел	100 кГц	"	"	
5 мкс/дел	200 кГц	"	"	
2 мкс/дел	500 кГц	"	"	
1 мкс/дел	1 МГц	"	"	
0,5 мкс/дел	2 МГц	"	"	
0,2 мкс/дел	5 МГц	"	"	
0,1 мкс/дел	10 МГц	"	"	
0,05 мкс/дел	20 МГц	G4-102A	0,1	
0,02 мкс/дел	50 МГц	"	"	
0,01 мкс/дел	50 МГц	"	"	На 10 делениях укладка 5 периодов

Проверка погрешности измерения временных интервалов производится на 4, 6, 8 и 10 делениях шкалы осциллографа.

Плавным изменением периода сигнала прибора И1-9 или генератора Г4-102А добиваемся точного совмещения 4 периодов установленного сигнала с 4 делениями шкалы в начале, середине и конце рабочей части развертки.

При прямом методе измерения погрешность измерения временных интервалов в процентах определяется по индикатору прибора И1-9.

При косвенном методе измерения измеряется установленный период входного сигнала от генератора Г4-102А. Электронно-счетный частотомер ЧЗ-34 используется при необходимости для повышения точности установки частоты.

Погрешность измерения временных интервалов (δ_A) в процентах вычисляется по формуле

$$\delta_A = \frac{A_{ном} - A_d}{A_{ном}} \cdot 100, \quad (5)$$

где $A_{ном}$ — номинальное значение временного интервала, единица времени;

A_d — действительное (измеренное) значение временного интервала, единица времени.

Проверка погрешности временных интервалов на 6, 8 и 10 делениях шкалы проводится аналогично.

Измерение производится на рабочем участке развертки 80 мм за исключением 40 нс от начала развертки в положениях «0,1μs», «0,2μs», «0,5μs» переключателя «ВРЕМЯ/ДЕЛ» при растяжке (переключателем «УМНОЖ.» в положение «0,1»).

Сначала проверяется развертка А, а затем — Б.

Примечания:

- При использовании множителя развертки длительность калиброванных разверток А и Б умножается на 0,1.
- Рабочей частью развертки является участок длиной 80 мм от ее начала, за исключением начального участка длительностью 40 нс.
- Длительности развертки А 0,2, 0,5, 1 с/дел являются обзорными.
- Допускается отсутствие развертки Б на экране ЭЛТ в положениях шкалы «МНОЖИТЕЛЬ ЗАДЕРЖКИ» от отметки «0» до «0,40».

Результат проверки считается удовлетворительным, если погрешность измерения временных интервалов не превышает $\pm 5\%$.

10.3.3г. Определение параметров переходной характеристики. — Проверка времени нарастания (t_q рис. 44) переходной характеристики каналов I и II вертикального усилителя производится во всех калиброванных положениях переключателей «ВОЛЬТ/ДЕЛ» (с выносным делителем 1:10 в положении «0,02») путем поочередной подачи на вход каналов I и II испытательного импульса от генератора TR-0306. Проверка производится импульсами положительной или отрицательной полярности.

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

Результат проверки считается удовлетворительным, если время нарастания переходной характеристики в любом из каналов не превышает:

9 нс — в положении переключателя «ВОЛЬТ/ДЕЛ» — «0,005»;

8 нс — в положениях переключателя «0,01», «2», «5», «10» «ВОЛЬТ/ДЕЛ»;

7 нс — при остальных положениях переключателя «ВОЛЬТ/ДЕЛ»;

для прибора с делителем 1:10 И22.727.048:

10,5 нс — в положении «0,005» переключателя «ВОЛЬТ/ДЕЛ»;

9,5 нс — в положениях «0,01», «2», «5», «10» переключателя «ВОЛЬТ/ДЕЛ»;

8,5 нс — в остальных положениях переключателя «ВОЛЬТ/ДЕЛ».

Примечание: Проверку времени нарастания переходной характеристики в положении «10» переключателя «ВОЛЬТ/ДЕЛ» допускается проводить при величине изображения на экране ЭЛТ не менее 2,4 деления.

— Проверка времени установления (τ_y , рис. 44) переходной характеристики тракта вертикального отклонения производится на всех калиброванных положениях переключателей «ВОЛЬТ/ДЕЛ» путем поочередной подачи на вход каналов I, II от генератора TR-0306 испытательного импульса 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 времени установления производится в положении «0,1 μ s» переключателя «А и Б ВРЕМЯ/ДЕЛ» и переключателя «УМНОЖ» в положении «0,1».

Результат проверки считается удовлетворительным, если время установления переходной характеристики не превышает 40 нс.

— Проверка величины выброса (δ_v , рис. 44) на переходной характеристике каналов I и II производится во всех калиброванных положениях переключателей «ВОЛЬТ/ДЕЛ» (с выносным делителем 1:10 в положении «0,02») путем поочередной подачи на входы каналов I и II от генератора TR-0306 испытательного импульса положительной или отрицательной полярности.

Величина размаха изображения на экране ЭЛТ устанавливается 4-е деления (32 мм).

Величина выброса δ_v в процентах определяется по формуле:

$$\delta_v = \frac{\Delta A}{A_1} \cdot 100, \quad (6)$$

где ΔA — значение выброса как превышение над установленным значением переходной характеристики в мм.

A_1 — установленное (амплитудное) значение переходной характеристики в мм.

Результат проверки считается удовлетворительным, если величина выброса не превышает 5% (с выносным делителем 1:10 И22.727.048 — 8%).

Примечание. Проверку величины выброса на переходной характеристике в положении «10» переключателя «ВОЛЬТ/ДЕЛ» допускается проводить при величине изображения на экране ЭЛТ не менее 2,4 деления.

— Проверка неравномерности (δ_n , рис. 44) вершины переходной характеристики каналов I и II производится во всех калиброванных положениях переключателя «ВОЛЬТ/ДЕЛ» путем поочередной подачи на входы каналов испытательного импульса от генератора TR-0306.

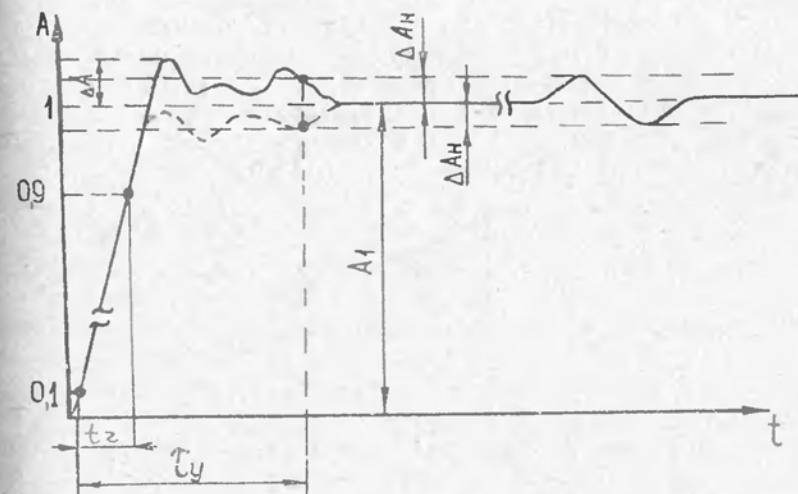


Рис. 44.

Измерения производятся на участке вершины переходной характеристики, расположенным после временного интервала, соответствующего допустимому времени установления (40 нс) переходной характеристики, (т. е. после временного интервала от уровня 0,1 до момента, когда значение переходной характеристики после выброса достигает величины неравномерности установленвшегося значения) по шкале на экране ЭЛТ при максимальном усилении.

Величина изображения импульса на экране ЭЛТ устанавливается равной 4 деления. Переключатель «А и Б ВРЕМЯ/ДЕЛ и ВРЕМЯ ЗАДЕРЖКИ» устанавливается в положение «0,1 μ s», а переключатель «УМНОЖ» в положение «0,1».

Значение неравномерности δ_n , выраженное в процентах от

установившегося значения переходной характеристики рассчитывается по формуле:

$$\delta_n = \frac{\Delta A_n}{A_1} \cdot 100, \quad (7)$$

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

A_1 — установившееся значение переходной характеристики, мм или В. (см. рис. 44).

Результат проверки считается удовлетворительным, если значение неравномерности δ_n после времени установления переходной характеристики (40 нс) не превышает 3%.

— Проверка величины спада (дсп, рис. 45) установившегося значения переходной характеристики производится при закрытом входе (переключатель « \tilde{z} , \perp , \sim » в положении « \sim ») усилителей каналов I и II путем подачи на проверяемый канал импульсов длительностью не менее 10 мс и частотой следования 75 Гц от генератора Г5-53. Величина изображения импульса при положении «0,2» переключателя «ВОЛЬТ/ДЕЛ.» устанавливается равной 4-м делениям (32 мм).

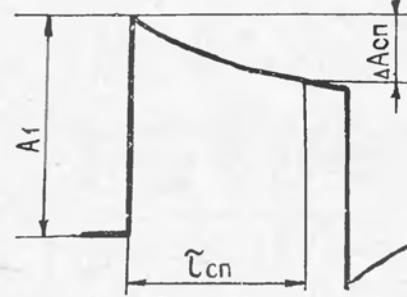


Рис. 45.

Величина спада вершины дсп в процентах рассчитывается по формуле:

$$\delta_{\text{сп}} = \frac{\Delta A_{\text{сп}}}{A_1} \cdot 100, \quad (8)$$

где $\Delta A_{\text{сп}}$ — 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 ($t_{\text{сп}}$) 10 мс.

10. 4. Оформление результатов поверки

Результат первичной поверки при выпуске из производства и ремонта осциллографов оформляют отметкой в формуляре И22.044.040 ФО.

На осциллографы, признанные годными при поверке в органах Госстандарта СССР, выдают свидетельство установленной формы.

Результаты периодической ведомственной поверки оформляют документом, составленным ведомственной метрологической службой.

Осциллографы, не удовлетворяющие требованиям раздела 10 технического описания, к выпуску и применению не допускаются. Погрешность поверки — один раз в год.

11. ХАРАКТЕРНЫЕ НЕИСПРАВНОСТИ И МЕТОДЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ

11. 1. Общие указания

Ремонт прибора должен производиться в условиях радиоизмерительной лаборатории. Во время ремонта следует строго придерживаться мер безопасности, изложенных в разделе 6 настоящего описания. Настоящей инструкцией невозможно предусмотреть и дать указания на отыскания и устранения всех возможных неисправностей. В приведенной ниже табл. 11 даны только наиболее возможные и простые неисправности, их признаки и способы устранения, поэтому указанную таблицу нельзя считать полной.

К настоящему описанию приложены принципиальные схемы, осциллограммы импульсных напряжений, а также чертежи расположения элементов схемы, которыми следует пользоваться при определении неисправностей и их устранения.

Методика ремонта прибора ничем не отличается от обычной методики ремонта радиотехнического оборудования. В случае неисправности прибора следует в первую очередь отключить его от сети. Убедиться в исправности выходного кабеля и вставки плавкой на задней панели прибора. Чтобы получить доступ к элементам схемы для их осмотра и замены в случае неисправности, требуется снять крышки. Верхняя и нижняя крышки прикреплены винтами, расположенными на боковых стяжках прибора. Для снятия их ослабить винты и освободить крышки.

При выборе заменяющих комплектующих изделий следует учитывать их размер и форму, которые могут повлиять на высокочастотные параметры. Все заменяющие комплектующие изделия должны быть эквивалентны.

Замена элементов на платах производится без снятия последних. Чтобы получить доступ к элементам внутри прибора,

требуется снять ту или иную плату. Для этого следует отвинтить винты, крепящие плату к прибору, и снять штыревые соединения, при помощи которых осуществляется внешняя подводка проводов электрических соединений к плате.

В случае неисправности ЭЛТ следует заменить ее. Снять крышки с прибора, как описывалось выше. Открутить два винта, крепящие экран с трубкой у передней панели. Ослабить хомутик, крепящий экран около задней панели прибора. Снять провода, постулающие от выходных каскадов на горизонтальные и вертикальные отклоняющие пластины. Отсоединить от трубы высоковольтный (+8,5 кВ) провод.

Снять цоколь ЭЛТ. Сдвинуть экран к задней панели прибора, приподнять и осторожно вытащить из него ЭЛТ.

Исправную ЭЛТ аккуратно, чтобы не повредить боковые штырьки, вставить в экран и повторить вышеописанные операции в обратном порядке.

Чтобы получить доступ к усилителю «Z», следует снять заднюю стенку прибора. Для этого надо отвинтить четыре ножки подставки и отсоединить сетевой шнур.

Поиск неисправностей следует вести в следующем порядке:

- проверить подключенную аппаратуру, правильность подачи сигнала и исправность кабелей и пробников;
- проверить положение ручек, так как их неправильное положение может создать видимость несуществующего повреждения;
- 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 14 основных узлов. Взаимодействие между узлами показано в таблице 10, которая облегчает поиск неисправностей в отдельном узле. В левой колонке таблицы дан перечень узлов в порядке их влияния на другие узлы прибора. Узлы, взаимодействующие с большинством других узлов, расположены в начале.

Эта таблица не дает исчерпывающего перечисления всех взаимодействующих узлов, но служит в качестве пособия при поиске неисправностей.

Для определения неисправности в узле следует проанализировать симптомы повреждения.

Если неисправность трудно обнаружить, можно воспользоваться таблицей. Найти горизонтальную линию, которая соответствует поврежденному узлу. Проверить прежде всего этот узел. Если он не является источником повреждения, проверить

Таблица 10

Источники питания	Предусилитель синхронизации	Генератор развертки А	Горизонтальный усилитель	Генератор развертки Б	Цепь ЭЛТ	Коммутирующее устройство выходной вертикальный усилитель	Усилитель «Z»	Синхронизатор А	Синхронизатор Б	Предусилитель канала I	Предусилитель канала II	Калибратор
Перечень основных узлов прибора												
Источники питания	X											
Предусилитель синхронизации	X	X										
Генератор развертки А		X	X									
Горизонтальный усилитель			X	X								
Генератор развертки Б				X								
Цепь ЭЛТ					X							
Коммутирующее устройство выходной вертикальный усилитель						X	X					
Усилитель «Z»							X					
Синхронизатор А								X				
Синхронизатор Б									X			
Предусилитель канала I										X		
Предусилитель канала II											X	
Калибратор												X

Таблица 11

Вид неисправности	Вероятная причина неисправности	Методы устранения неисправности
При включении тумблера «СЕТЬ» плавится вставка плавкая Пр1 или перегревается трансформатор Тр1.	а) неправильно установлен тумблер вида сети (220 В и 115 В); б) короткое замыкание во вторичных или первичных цепях трансформатора; в) пробой выпрямительных диодов Д6, Д7, Д9, Д-10, 9-Д1÷9-Д8, Д11, Д12; г) пробой электролитических конденсаторов С91, С93÷С99; д) короткое замыкание на входе стабилизаторов +10 В, минус 10 В +80 В.	а) проверить установку тумблера сети; б) проверить трансформатор; в) проверить диоды, неисправные заменить; г) проверить конденсаторы, неисправные заменить; д) устранить короткое замыкание.
Не стабилизирует стабилизатор минус 10 вольт.	а) неисправны триоды Т15, Т16, 10-Т7÷10-Т10; б) неисправны стабилитроны 10-Д8, 10-Д9; в) не стабилизирует источник +80 В.	а) проверить транзисторы, неисправные заменить; б) проверить величину опорного напряжения на стабилитронах, неисправные заменить; в) проверить величину и стабильность источника +80 В.
Не стабилизирует источник +10 вольт.	а) неисправны триоды Т13, Т14, 10-Т4÷10-Т6; б) не стабилизируют стабилизаторы +80 В и минус 10 В.	а) проверить транзисторы, неисправные заменить; б) проверить величину и стабильность источников +80 В и минус 10 В.
Не стабилизирует источник +80 В.	а) неисправны триоды Т9÷Т12, 10-Т1÷10-Т3; б) пробит стабилитрон Д8;	а) проверить триоды, неисправные заменить; б) проверить стабилитрон Д8, неисправный заменить;

передний, отмеченный знаком «Х», узел в вертикальной колонке, пересекающей данную горизонтальную линию.

Используя штыревые соединения, можно легко обеспечить изоляцию платы.

Например, в случае короткого замыкания в низковольтном блоке источника питания, изоляция платы осуществляется, если снять с платы штыревые соединения, подводящие эти напряжения.

Неправильная работа всех узлов часто указывает на неисправность в низковольтном блоке. Поэтому прежде всего проверить правильность регулировки отдельных источников.

В таблице 2 даны допуски для источников питания прибора. Если величина напряжения источников находится 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 поврежденного узла тщательно проверить штыревые соединения на плате. Визуально осмотреть схему, в которой обнаружена неисправность.

Убедиться в отсутствии незапаянных соединений, оборванных проводов, отдельных повреждений платы или элементов. Если есть неисправности, устраниить их.

Проверить напряжения и формы импульсов. Это помогает определить поврежденный элемент. Типичные напряжения и формы импульсов даны в приложении.

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

Внимание! Недопустимо пользоваться тестерами для проверки цепей с туннельными диодами.

Триоды и нувисторы лучше всего проверить в рабочих условиях. Предполагаемый неисправный триод или нувистор можно заменить ранее проверенным или новым элементом. Однако при этом схема должна быть в таком режиме, чтобы не повредились замененные элементы.

После замены всех неисправных элементов новыми, следует проверить основные параметры прибора и при необходимости произвести регулировку с помощью органов подстройки.

11. 2. Краткий перечень возможных неисправностей

Возможные неисправности и методы их исправления приведены в таблице 11.

Продолжение таблицы 11

Вид неисправности	Вероятная причина неисправности	Методы устранения неисправности
Сильно завышены выходные напряжения +10 В, +80 В, минус 10 В.	<p>в) не стабилизирует источник минус 10 В или отсутствует напряжение +150 В;</p> <p>г) пробиты стабилитроны 10-Д1, 10-Д2.</p> <p>а) вышли из строя триоды T9, T10, T13÷T16;</p> <p>б) коллекторы триодов T15, T16 соединены с корпусом;</p> <p>а) вышли из строя транзисторы T9÷T16, 10-T1÷10-T10;</p> <p>б) пробой выпрямительных диодов Д9÷Д12, 9-Д1÷9-Д8;</p> <p>в) неисправны потенциометры 10-R10, 10-R13; 10-R26;</p> <p>г) короткое замыкание, значительное увеличение потребления источников;</p> <p>д) вышла из строя вставка плавкая Пр3.</p> <p>а) отсутствуют питающие напряжения +80 В, +10 В, минус 10 В, +150 В, +27 В.</p> <p>б) вышла из строя вставка плавкая Пр2;</p> <p>в) неисправны триоды T1 (У1), T2 (У1), T3 (У1), T4 (У1), T1 (ЯП3.219.006 Э3);</p>	<p>в) проверить величины напряжений минус 10 В и +150 В и стабильность источника минус 10 В;</p> <p>г) проверить величину напряжения на стабилитронах, неисправные заменить.</p> <p>а) проверить триоды, неисправные заменить;</p> <p>б) устранить причину соединения коллекторов триодов T15, T16 с корпусом.</p> <p>а) неисправные триоды заменить;</p> <p>б) неисправные диоды заменить;</p> <p>в) неисправные потенциометры заменить.</p> <p>г) устранить короткое замыкание или перегрузку;</p> <p>д) неисправную вставку плавкую заменить.</p> <p>а) проверить величину напряжения, установить причину его отсутствия;</p> <p>б) неисправную вставку плавкую заменить;</p> <p>в) проверить транзисторы, неисправные заменить;</p>
Сильно занижены, отсутствуют или не регулируются выходные напряжения +10В, +80 В, минус 10 В.	<p>а) вышли из строя транзисторы T9÷T16, 10-T1÷10-T10;</p> <p>б) пробой выпрямительных диодов Д9÷Д12, 9-Д1÷9-Д8;</p> <p>в) неисправны потенциометры 10-R10, 10-R13; 10-R26;</p> <p>г) короткое замыкание, значительное увеличение потребления источников;</p> <p>д) вышла из строя вставка плавкая Пр3.</p> <p>а) отсутствуют питающие напряжения +80 В, +10 В, минус 10 В, +150 В, +27 В.</p> <p>б) вышла из строя вставка плавкая Пр2;</p> <p>в) неисправны триоды T1 (У1), T2 (У1), T3 (У1), T4 (У1), T1 (ЯП3.219.006 Э3);</p>	<p>а) проверить величину напряжения на стабилитронах минус 10 В и +150 В и стабильность источника минус 10 В;</p> <p>б) короткое замыкание или значительное увеличение потребления источников минус 1,9 кВ, минус 1,98 кВ, +8,5 кВ;</p> <p>в) пробит трансформатор Тр1 (ЯП3.219.006 Э3).</p> <p>ж) обрыв потенциометра R1 (ЯП3.219.006 Э3).</p> <p>з) пробиты диоды Д1÷Д3 (У2), Д1÷Д4 (У3), Д1÷Д10(У4) (ЯП3.219.006 Э3).</p>
Отсутствуют или сильно занижены напряжения минус 1,9 кВ, минус 1,98 кВ, +8,5 кВ.		<p>а) завышены питающие напряжения минус 1,9 кВ, минус 1,98 кВ, +8,5 кВ.</p> <p>б) уменьшилось сопротивление резисторов R2*, R3* (ЯП3.219.006 Э3) или они закорочены.</p>

Продолжение II главы

Вид неисправности	Вероятная причина неисправности	Методы устранения неисправности
Сильно завышены напряжения минус 1,9 кВ, минус 1,98 кВ, +8,5 кВ.	<p>г) увеличилось сопротивление резисторов R2*, R3* (ЯП3.219.006 Э3).</p> <p>д) короткое замыкание или значительное увеличение потребления источников минус 1,9 кВ, минус 1,98 кВ, +8,5 кВ;</p> <p>е) пробит трансформатор Тр1 (ЯП3.219.006 Э3).</p> <p>ж) обрыв потенциометра R1 (ЯП3.219.006 Э3).</p> <p>з) сменить высоковольтные выпрямители.</p>	<p>г) проверить помимо резисторов, неисправный заменить;</p> <p>д) устранить причину короткого замыкания;</p> <p>е) заменить трансформатор;</p> <p>ж) заменить потенциометр;</p> <p>з) сменить высоковольтные выпрямители.</p>
Отсутствует луч на экране ЭЛТ	<p>а) завышены питающие напряжения +80 В, +10 В, минус 10 В, +150 В.</p> <p>б) уменьшилось сопротивление резисторов R2*, R3* (ЯП3.219.006 Э3) или они закорочены.</p>	<p>а) проверить величину напряжения. Устранить причину его увеличения;</p> <p>б) заменить резистор или устранить причину короткого замыкания.</p>
	<p>а) плохой контакт панели ЭЛТ;</p> <p>б) неисправна ЭЛТ;</p> <p>в) нет всех необходимых питающих напряжений ЭЛТ;</p> <p>г) неисправна схема усилителя.</p>	<p>а) исправить контакт или панель ЭЛТ;</p> <p>б) заменить ЭЛТ;</p> <p>в) проверить и устранить неисправность в цепях питания ЭЛТ;</p> <p>г) проверить триоды 4-Т1÷4-Т4, неисправные заменить.</p>

Продолжение таблицы 11

Вид неисправности	Вероятная причина неисправности	Методы устранения неисправности
Луч ЭЛТ не перемещается по вертикали.	а) разбалансирован усилитель «Y»; б) неисправен потенциометр R16 (R39).	а) произвести балансировку усилителя; б) заменить потенциометр;
Луч ЭЛТ не перемещается по горизонтали.	а) неисправны триоды 5-T18-5-T21, T7, T8; б) неисправны потенциометры R84, R85.	а) найти неисправные триоды и заменить их; б) заменить потенциометры.
Нет усиления по вертикали.	а) неисправны триоды T1, T2; б) обрыв входного кабеля; в) неисправен переключатель B2 (B4);	а) проверить триоды и неисправные заменить; б) исправить или заменить входной кабель; в) исправить или заменить переключатель.
При работе в режимах «ПОЧЕР», «ПРЕР» подсвечивается обратный ход луча.	а) неисправен триод 1-T9.	а) заменить триод 1-T9.
Не запускается развертка А.	а) неисправны триоды 3-T7, 3-T12, 3-T23, 3-T19, 3-T20; б) неисправны диоды 3-D15; 3-D16, 3-D32, 3-D33; 3-D39; в) неисправен нувистор 3-L4; г) нет контакта в переключателе B21.	а) найти неисправный триод и заменить его; б) найти неисправные диоды и заменить их; в) заменить; г) исправить переключатель или заменить;
Подсвечивается обратный ход луча.	а) неисправны триоды 3-T15, 3-T16.	а) неисправные триоды заменить;
Генератор развертки А не синхронизируется.	а) неисправна схема предусилителя синхронизации; б) неисправен нувистор 3-L2;	а) проверить триоды 3-T1-3-T4, неисправные заменить; б) заменить;

Продолжение таблицы 11

Вид неисправности	Вероятная причина неисправности	Методы устранения неисправности
	в) неисправны триоды 3-T5-3-T7; г) неисправны диоды 3-D8-3-D12;	в) проверить, неисправные заменить; г) проверить, неисправные заменить;
	д) неисправны потенциометры 3-R35, R72; е) неисправны переключатели B9, B10.	д) проверить, неисправные заменить; е) проверить, неисправные заменить.
Не запускается развертка Б.	а) неисправен нувистор 5-L3;	а) заменить нувистор;
	б) неисправны триоды 5-T4-5-T9, 5-T13-5-T15;	б) проверить, неисправные заменить;
	в) неисправны диоды 5-D18, 5-D14, 5-D22, 5-D24;	в) проверить, неисправные заменить;
	г) неисправен переключатель B23.	г) исправить или заменить.
Генератор развертки Б не синхронизируется.	а) неисправен нувистор 5-L2;	а) проверить, если неисправный — заменить;
	б) неисправны триоды 5-T1-5-T3;	б) проверить, неисправные заменить;
	в) неисправны диоды 5-D8-5-D12, 5-D17;	в) неисправные диоды заменить;
	г) неисправны потенциометры 5-R16, R97;	г) проверить, неисправные заменить.
	д) неисправны переключатели B16, B17.	д) проверить, неисправные заменить;
Не работает калибратор.	а) неисправны триоды 3-T18, 3-T21, 3-T22;	а) проверить и заменить неисправные;
	б) неисправен потенциометр 3-R105.	б) проверить и заменить, если неисправен.

12. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

12. 1. Общие указания

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

Рекомендуемые виды и сроки проведения технического обслуживания:

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

При вскрытии прибора и проведении технического обслуживания следует помнить о мерах безопасности, указанных в разделе 6 настоящего описания.

Для вскрытия прибора следует отвинтить два специальных винта на боковых стяжках прибора и снять верхнюю и нижнюю крышки прибора, с учетом указаний в разделе 4 настоящего описания.

12. 2. Визуальный осмотр

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

Рекомендуется проверить комплектность прибора и исправность запасного имущества.

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

12. 3. Внутренняя и внешняя чистка

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

Внутри прибора пыль лучше устранять продувкой сухим воздухом.

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

12. 4. Смазка прибора

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

Для смазки осевых втулок переключателей можно использовать технический вазелин.

13. ПРАВИЛА ХРАНЕНИЯ

13.1. Кратковременное хранение

Прибор допускает кратковременное (гарантийное) хранение в капитальном неотапливаемом и отапливаемом хранилищах в условиях:

для неотапливаемого хранилища:

- температура воздуха от минус 50°C до +60°C;
- относительная влажность воздуха до 95% при температуре +30°C и ниже без конденсации влаги;

для отапливаемого хранилища:

- температура воздуха от +5°C до +40°C;
- относительная влажность воздуха до 80% при температуре +25°C и ниже без конденсации влаги.

Срок кратковременного хранения до 6 месяцев для приборов с приемкой ОТК и до 12 месяцев для приборов с приемкой заказчика.

13.2. Длительное хранение

Длительное хранение прибора осуществляется в капитальном отапливаемом хранилище в 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 5 лет.

В течение срока хранения прибор необходимо включать в сеть не реже одного раза в год на 2 ч в связи с применением электролитического конденсатора К50-3, К50-20.

На период длительного хранения и транспортирования производится обязательная консервация прибора.

13.3. Консервация прибора

Процесс консервации прибора включает подготовку внешних поверхностей прибора и ЗИП, применение средств консервации и упаковывание в потребительскую тару.

Прибор должен поступать на консервацию технически исправным. Металлические поверхности не должны иметь коррозионных поражений. В случае появления продуктов коррозии их следует удалить механическим способом.

Перед консервацией прибор необходимо просушить; выдержав его не менее 24 ч в помещении с относительной влажностью не более 70% при температуре $20 \pm 5^\circ\text{C}$.

Перед началом работ по консервации следует убедиться в отсутствии сконденсированной влаги на поверхности изделия.

При наличии влаги необходимо принять меры к полному ее удалению.

Процесс консервации прибора должен быть непрерывным, начиная от подготовки поверхности к консервации до окончания упаковывания. Разрывы между операциями более 2 ч не допускаются.

Консервация прибора должна производиться в специально оборудованном помещении при температуре воздуха $20 \pm 5^\circ\text{C}$ и относительной влажности не более 70%. Хранение химикатов, кислот, щелочей в помещении для консервации не допускается.

Все материалы, применяемые при проведении консервации, должны соответствовать требованиям государственных стандартов или технических условий.

Консервация прибора производится в следующей последовательности:

— внешние поверхности прибора и ЗИП очищаются от пыли и загрязнений хлопчатобумажными салфетками, смоченными растворителем (хладоном-113 ГОСТ 23844-79 или другим допустимым по действию), и осушиваются обдувкой нагретым воздухом или протиркой сухими хлопчатобумажными салфетками;

— на металлические внешние поверхности прибора и ЗИП за исключением поверхностей, имеющих лакокрасочное и серебряное покрытия, наносится тонкий слой смазки ЦИАТИМ-201 ГОСТ 6267-74;

— изделия ЗИП, розетки, разъемы, вилки кабелей и шнура питания каждые в отдельности, а затем все вместе обертываются пергаментом А рулон 1 с ГОСТ 1341-74 или другой аналогичной бумагой и перевязываются хлопчатобумажными нитками;

— эксплуатационная документация помещается в пленочный чехол или пакет из водонепроницаемой бумаги АК-25 ГОСТ 8828-75;

— прибор и принадлежности прибора укладываются в укладочный ящик. Укладочный ящик пломбируется.

При поставке прибора в картонной коробке, прибор и принадлежности прибора укладываются в картонную коробку и транспортный ящик. Перед укладкой прибор обертывается водонепроницаемой бумагой АК-25 ГОСТ 8828-75. После укладки — коробка перевязывается шпагатом ШЛ 2,5 ГОСТ 17308-71. Транспортный ящик пломбируется.

Для приборов с приемкой заказчика в укладочном ящике, в отсеке с ЗИПом, размещаются мешочки с силикагелем КСМГ ГОСТ 3956-76 и влагопоглотитель с силикагелем — индикатором ГОСТ 8984-75. Укладочный ящик с прибором помещается в чехол из полиэтиленовой пленки Ма 0,2 I сорт ГОСТ 10354-73.

Швы чехла завариваются.

Примечание. Синий и фиолетовый цвета силикагеля индикатора указывают на допустимую величину относительной влажности воздуха внутри упаковки.

Переконсервация прибора производится через каждые 12 месяцев аналогично процессу консервации при обнаружении дефектов консервации в процессе хранения.

Примечание. При розовом цвете силикагеля — индикатора необходимо заменить силикагель — осушитель и силикагель — индикатор.

13.4. Расконсервация прибора

Расконсервация прибора включает удаление упаковочных средств и удаление смазки с законсервированных металлических поверхностей. Смазка удаляется протиркой ветошью (бязью), смоченной хладоном — 113 ГОСТ 23844-79 или другим допустимым по действию растворителем, с последующей обдувкой поверхностей теплым воздухом или протиркой насухо.

Все работы по консервации, переконсервации и расконсервации должны производиться при строгом соблюдении мер противопожарной безопасности и охраны труда, изложенных в специальных инструкциях и НТД.

14. ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ

14.1. Тара, упаковка и маркировка упаковки

Транспортирование прибора производится в потребительской таре и транспортном ящике (деревянном или картонном).

Транспортный ящик внутри выстилается водонепроницаемой бумагой БУ-Б темно-коричневая ГОСТ 515-77 или АК-25 ГОСТ 8828-75.

Для предохранения прибора от перемещения при транспортировании между стенками, дном и крышкой транспортного ящика и потребительской тарой размещаются подушки из гофрированного картона Т, Т-4 ГОСТ 7376-77.

Примечание. При упаковывании прибора в картонную коробку подушки из гофрированного картона размещаются и внутри картонной коробки.

К транспортному ящику по торцам прибивается лента ПН 0,4×20 ГОСТ 3560-73, концы ленты соединяются в замок или внахлестку.

На транспортном ящике наносится маркировка по ГОСТ 14192-77. На укладочном ящике наносится шифр и заводской номер прибора.

14.2. Условия транспортирования

Для транспортирования прибор должен быть законсервирован (п. 13.3) и упакован в транспортный ящик. Транспортный ящик пломбируется.

Транспортирование прибора осуществляется при условиях:
— температура окружающей среды от минус 50°C до +60°C;
— максимальная влажность воздуха 95% при температуре до +30°C.

Прибор допускает транспортирование всеми видами транспорта, за исключением авиационного в негерметизированных отсеках, при условии защиты от прямого воздействия атмосферных осадков и пыли.

ПРИЛОЖЕНИЯ

КАРТЫ НАГРЯЖЕНИЙ

Карта напряжений на электродах транзисторов

Таблица 1

Поз. обозна- чение	Тип транзи- сторов	Напряжение в вольтах			Примечание
		коллектор	эмиттер	база	
T1	2T904A	+15÷+75	+ 5÷+12	+ 5÷+14	
T2	2T904A	+15÷+75	+ 5÷+12	+ 5÷+14	
T7	2T602Б	+14÷+100	0	+0,2÷+1,2	
T8	2T602Б	+14÷+100	0	+0,2÷+1,2	
T9	2T903A	+70÷+150	+ 40÷+120	+40÷+120	
T10	П701А	+70÷+150	+ 40÷+120	+40÷+120	
T11	2T903A	+70÷+150	+ 70÷+150	+50÷+150	
T12	П701А	+70÷+150	+ 50÷+150	+50÷+150	
T13	П701А	+ 7÷+30	+ 3÷+18	+ 3÷+18	
T14	2T903Б	+ 7÷+30	+ 3÷+18	+ 3÷+18	
T15	П701А	+ 2÷+12	+0,1÷+1,5	+0,2÷+2,0	
T16	2T903Б	+ 2÷+12	0	+0,1÷+1,5	
T1 (У11)	2T903A	+15÷+50	+0,3÷+2,5	+0,3÷+2,5	Размещен в ЯП3.219.006 Э3

Плата И22.089.128 Сп

1-T1	2T316Д	+0,3÷+1,2	- 4÷-14	- 3÷-13
1-T2	2T316Д	+1,2÷+6	0,2÷+0,2	+0,4÷+1,5
1-T3	2T326Б	-0,2÷+0,2	+1,5÷+7	+1,5÷+7
1-T4	2T326Б	- 3÷-12	- 1÷+1	-0,1÷-2
1-T5	1T313В	- 2÷-8	-0,2÷+1	-0,2÷+0,2
1-T6	1T313В	- 2÷-8	-0,2÷+1	0
1-T7	2T306Б	-2÷-10	-0,5÷-5	- 3÷-12
1-T8	2T306Б	-2÷-10	-0,5÷-5	- 3÷-12
1-T9	1T308В	- 5÷-15	- 2÷-10	- 2÷-10
1-T10	1T311Д	- 1÷-8	- 2÷-10	-1,5÷-10
1-T11	1T311Д	- 1÷-8	- 2÷-10	-1,5÷-10
1-T12	2T316Д	+0,3÷+1,5	- 4÷-14	- 3÷-13
1-T13	2T316Д	+0,5÷ 6	-0,2÷+0,2	+0,3÷+1,5
1-T14	2T326Б	-0,8÷+1	+1,5÷+8	+ 2÷+6,5
1-T15	1T313В	- 2÷-10	-0,2÷+1	-0,6÷+0,6
1-T16	1T313В	- 2÷-10	-0,2÷+1	0

Продолжение табл. 1

Поз. обозна- чение	Тип транзи- стора	Напряжение в вольтах			Примечание
		коллектор	эмиттер	база	
1-T17	1T311Д	- 5÷-14	- 5÷-14	- 6÷-15	
1-T18	2T306В	+ 0÷+0,6	0	+0,2÷+1,5	
1-T19	2T326Б	- 6÷-15	-0,2÷+0,2	-0,2÷-1,4	Переключатель «РЕЖИМ РАБО- ГЫ» в положение «ПООЧЕР.»
Плата И22.089.122 Сп					
2-T1	1T311Д	+ 1÷+8	-0,1÷-0,6	0	
2-T2	1T311Д	+ 1÷+8	-0,1÷-0,6	0	
2-T3	1T313В	-0,2÷+5	+ 1÷+9	+ 1÷+8	
2-T4	1T313В	-0,2÷+5	+ 1÷+9	+ 1÷+8	
2-T5	1T311Д	+ 1÷+15	+0,1÷+5	-0,2÷+5	
2-T6	1T311Д	+ 1÷+15	+0,1÷+5	-0,2÷+5	
2-T7	1T311Д	+ 1÷+15	+0,1÷+5	-0,2÷+5	
2-T8	1T311Д	+ 1÷+15	+0,1÷+5	-0,2÷+5	
2-T9	2T326Б	0	+ 1÷+8	+ 1÷+8	
2-T10	2T326Б	0	+ 1÷+8	+ 1÷+8	
Плата И22.089.129 Сп					
3-T1	2T316Б	+1,5÷+6	-0,3÷-1,5	0	
3-T2	2T326Б	-0,5÷-5	+1,5÷+8	+1,5÷+7	
3-T3	2T326Б	- 1÷-6	-0,3÷-2,5	-0,5÷-5	
3-T4	2T316Б	-0,5÷+0,5	-1,5÷-8	- 1÷-6	
3-T5	2T316Д	+ 1÷+9	+0,3÷+6	+0,5÷+5	
3-T6	2T316Д	+ 1÷+9	+0,3÷+6	-0,5÷+7	
3-T7	1T313В	0÷+0,3	+ 2÷+10	+ 2÷+10	
3-T8	1T313В	0	+ 2÷+10	+ 2÷+10	
3-T9	2T312Б	+ 6÷+15	-0,4÷-2	-0,1÷-1	
3-T10	2T326Б	-0,5÷-4	+ 6÷+15	+ 7÷+15	
3-T11	2T312Б	+ 6÷+15	-0,4÷-2	0÷-0,6	
3-T12	2T326Б	-0,1÷-1	0	-0,3÷-1,2	
3-T13	2T326Б	- 1÷-6	+ 1÷+6	+0,5÷+5	
3-T14	2T326Б	-0,5÷-3	+ 1÷+6	+ 1÷+5	

Продолжение табл. 1

Поз. обозна- чение	Тип транзи- стора	Напряжение в вольтах			Примечание
		коллектор	эмиттер	база	
3-T15	2T312Б	+0,3÷+2	-0,5÷-5	-0,5÷-5	
3-T16	2T312Б	+3÷+12	-0,5÷-5	-0,5÷-5	
3-T17	МП26А	0÷+1	+ 5÷+15	+ 5÷+15	
3-T18	2T312А	+ 5÷+14	-0,2÷-0,9	-0,2÷+0,2	
3-T19	2T326Б	-0,05÷-0,4	+ 4÷+13	+ 5÷+15	
3-T20	2T326Б	0	+ 3÷+14	+ 3÷+15	
3-T21	2T312А	+ 5÷+15	-0,2÷-0,9	-0,2÷+0,2	
3-T22	2T326Б	+1,5÷+10	+ 6÷+15	+ 5÷+15	
3-T23	2T312Б	+ 3÷+15	0	+0,1÷+1,2	
3-T24	2T201А	+ 6÷+15	0	-0,1÷-1	
Плата И22.089.124 Сп					
4-T1	2T602Б	+70÷+110	+ 5÷+100	+ 5÷+100	
4-T2	2T306В	+ 2÷+10	+0,5÷+7	+0,5÷+8	
4-T3	2T306В	+0,5÷+7	-0,1÷-1,5	0	
4-T4	2T602Б	+ 5÷+100	+0,5÷+3,5	+ 1÷+6	
Плата И22.089.127 Сп					
5-T1	2T316Д	+ 1÷+7	+ 1÷+7	+ 1÷+9	
5-T2	2T316Д	+1,5÷+10	+ 1÷+7	+0,1÷+3,5	
5-T3	1T313В	-0,2÷+0,5	+1,5÷+10	+1,5÷+9	
5-T4	2T312Б	+ 5÷+20	+ 2÷+14	+ 2÷+12	
5-T5	2T312А	+ 5÷+15	-0,2÷-1,5	0	
5-T6	2T312Б	+ 5÷+24	+ 5÷+18	+ 4÷+18	
5-T7	2T316Б	+ 1÷+9	-0,2÷-3	-0,1÷-0,8	
5-T8	2T326Б	- 1÷-8	+0,5÷+6	+0,5÷+6	
5-T9	2T326Б	-0,1÷-2	0	-0,2÷-2	
5-T10	2T312Б	-0,2÷+3	-0,5÷-6	-0,5÷-6	
5-T11	2T312Б	+ 3÷+15	-0,5÷-6	-0,5÷-6	
5-T12	2T326Б	-0,4÷-4	+0,5÷+6	+0,5÷+6	
5-T13	2T326Б	0÷-0,8	+ 4÷+15	+ 4÷+18	
5-T14	2T326Б	0	+ 3÷+14	+ 2÷+13	
5-T15	2T312Б	+ 2÷+13	0	+0,2÷+1,5	

Продолжение табл. 1

Поз. обозна- чение	Тип транзи- стора	Напряжение в вольтах			Примечание
		коллектор	эмиттер	база	
5-T16	2T325B	+ 3÷+16	0	+0,2÷+1,5	
5-T17	2T306B	+ 3÷+16	0	+0,2÷+1,5	
5-T18	2T326B	0÷—1	+ 3÷+15	+ 3÷+16	
5-T19	2T326B	0÷—1	+ 3÷+15	+ 3÷+16	
5-T20	1T313B	— 2÷—12	+0,2÷+1,2	+0,1÷+0,9	
5-T21	1T313B	— 2÷—12	+0,2÷+1,2	+0,1÷+0,9	

Плата И22.089.126 Сп

10-T1	П308	+45÷+120	+60÷+100	+40÷+120	
10-T2	П308	+70÷+150	+40÷+120	+45÷+120	
10-T3	П308	+45÷+120	0	+0,2÷+1,0	
10-T4	2T201A	+ 4÷+24	0÷—1	0÷—0,2	
10-T5	2T201A	+ 7÷+30	+ 3÷+18	+ 4÷+24	
10-T6	2T201A	+ 4÷+24	0	+0,2÷+1,7	
10-T7	2T201A	+0,5÷+6	— 3÷—20	— 6÷—14	
10-T8	2T201A	+ 2÷+12	+0,2÷+2	+0,5÷+6	
10-T9	2T201A	+0,5÷+6	— 3÷—14	— 2÷—13	
10-T10	2T201A	0	— 3÷—14	— 2÷—13	

Плата И22.089.151 Сп

T1(Y1)	П308	+0,3÷+3	— 3÷—18	— 3÷—16	T1÷T4 разме- щены в ЯП3.219.006 Э3
T2(Y1)	П308	+0,3÷+3	— 3÷—17	— 3÷—18	
T3(Y1)	П308	+0,5÷+5	+0,2÷+1,5	+0,3÷+3	
T4(Y1)	2T602B	+ 7÷+13	+0,4÷+4	+0,5÷+5	

Карта напряжений на электродах электровакуумных приборов

Таблица 2

Поз. обозна- чение	Тип лампы	Напряжение в вольтах				Приме- чание
		анод	сетка	катод	накал	

Плата И22.089.128 Сп

1-Л12	6C51H-B	+60÷+90	0÷+0,1	+0,5÷+5	+5,7÷+6,9
1-Л14	6C51H-B	+60÷+90	0÷+0,1	+0,5÷+4	+5,7÷+6,9

Плата И22.089.129 Сп

3-Л12	6C51H-B	+60÷+90	0÷+0,1	+0,6÷+5	+5,7÷+6,9
3-Л14	6C51H-B	+60÷+90	—0,2÷—4	+0,2÷+2	+5,7÷+6,9

Плата И22.089.127 Сп

5-Л12	6C51H-B	+60÷+90	0÷—0,1	+0,7÷+5	—5,7÷—6,9
5-Л13	6C51H-B	+60÷+90	—0,1÷—1,2	+0,2÷+2	—5,7÷—6,9

Карта напряжений на электродах электронно-лучевой трубы 11Л01И (Л7)

Таблица 3

Номера выводов	1	2	3	4	5	6	7
Напряжение, В	5,7÷6,9	-1500÷-2300	-1500÷-2400	-1200÷-1850	+10÷+40	-1500÷-2400	+20÷+65

Номера выводов	8	9	10	11	12	13	14	A
Напряжение, В	0	+20÷+65	0	-1500÷-2400	0	-1500÷-2400	5,7÷6,9	+5000÷+10200

Карта напряжений на контрольных точках

Таблица 4

Позиционное обозначение	Напряжение в вольтах	Примечание
Плата И22.089.128 Сп		
1-KT1	-0,2÷+0,2	
1-KT2	-0,2÷+0,2	
1-KT3	-3÷-8	
1-KT4	-3÷-8	
1-KT5	-3÷-7	
1-KT6	-4÷-8	
1-KT7	-0,2÷+0,2	
1-KT8	-0,8÷+1	
Плата И22.089.129 Сп		
3-KT1	+0,5÷+5	
3-KT2	+4÷+7	
3-KT3	-0,5÷+7	
3-KT4	+6÷+15	
3-KT5	-0,1÷-1,5	
3-KT6	-0,5÷-4	
3-KT7	0÷-4	
3-KT8	-1÷-8	
Плата И22.089.124 Сп		
4-KT1	+10÷+85	
4-KT2	0,5÷-2	
Плата И22.089.127 Сп		
5-KT1	+1÷+9	
5-KT2	+0,1÷+3,5	
5-KT3	+1,5÷+9	
5-KT4	+5÷+20	
5-KT5	+0,2÷-1,5	
5-KT6	-1÷-8	
5-KT7	-0,1÷-6	
5-KT8	-0,8÷+9	

Примечания: 1. Питающие напряжения +80 В, +10 В, минус 10 В должны быть установлены с погрешностью не более $\pm 1\%$.
2. Напряжения измерены относительно шасси прибором В7-26.
3. Ручка «МНОЖИТЕЛЬ ЗАДЕРЖКИ» — в положении «0,40».
4. Переключатель «ВИД РАЗВЕРТКИ» — в положении «А» (при измерении режимов элементов платы развертки Б — в положении «Б»).
5. Переключатели «РЕЖИМ А» и «РЕЖИМ Б» — в положении «АВТ.»
6. Синхронизация — в положении «ВНУТР.», «+», «~».
7. Ручки «», «», «», «УРОВЕНЬ», «СТАБИЛЬНОСТЬ ВЧ», «ЯРКОСТЬ», «ФОКУС» — в среднем положении.
8. Множитель развертки — в положении «1».
9. Переключатель «А и Б ВРЕМЯ/ДЕЛ.» — в положении «0,1 ms».
10. Переключатели «УСИЛЕНИЕ», «ДЛИТЕЛЬНОСТЬ А» — в калиброванном положении.
11. Переключатель «ДЛИНА А» — в крайнем правом положении.
12. Переключатель «ПОЛЯРНОСТЬ» — в положении «+».
13. Переключатель «ВОЛЬТ/ДЕЛ.» — в положении «0,02».
14. Переключатель «РЕЖИМ РАБОТЫ» — в положении «I» или «II».
15. Накал ЭЛТ «6,3 В» измерен между выводами 1 и 14.
16. Высокие напряжения на электродах ЭЛТ измерены киловольтметрами типа С502/9, С196.

Приложение 2

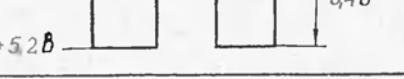
КАРТЫ ИМПУЛЬСНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ

Карта импульсных напряжений на электродах транзисторов

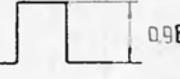
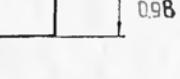
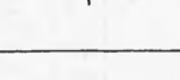
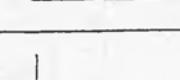
Таблица I

Поз обозначение	Тип транзистора	Электрод	Форма и амплитуда импульсных напряжений
1-T17	4T311A	Б	+18 -14 2,4В
		К	+0,88 -0,3В 1,1В
1-T7	2T306 В	Б	-6,3В -7,6В 1,3В
		К	-4,8 -6,6В 2,2В
1-T8	2T306 В	Б	-6,8В -7,6В 0,8В
		К	-4,8 -6,6В 2,2В

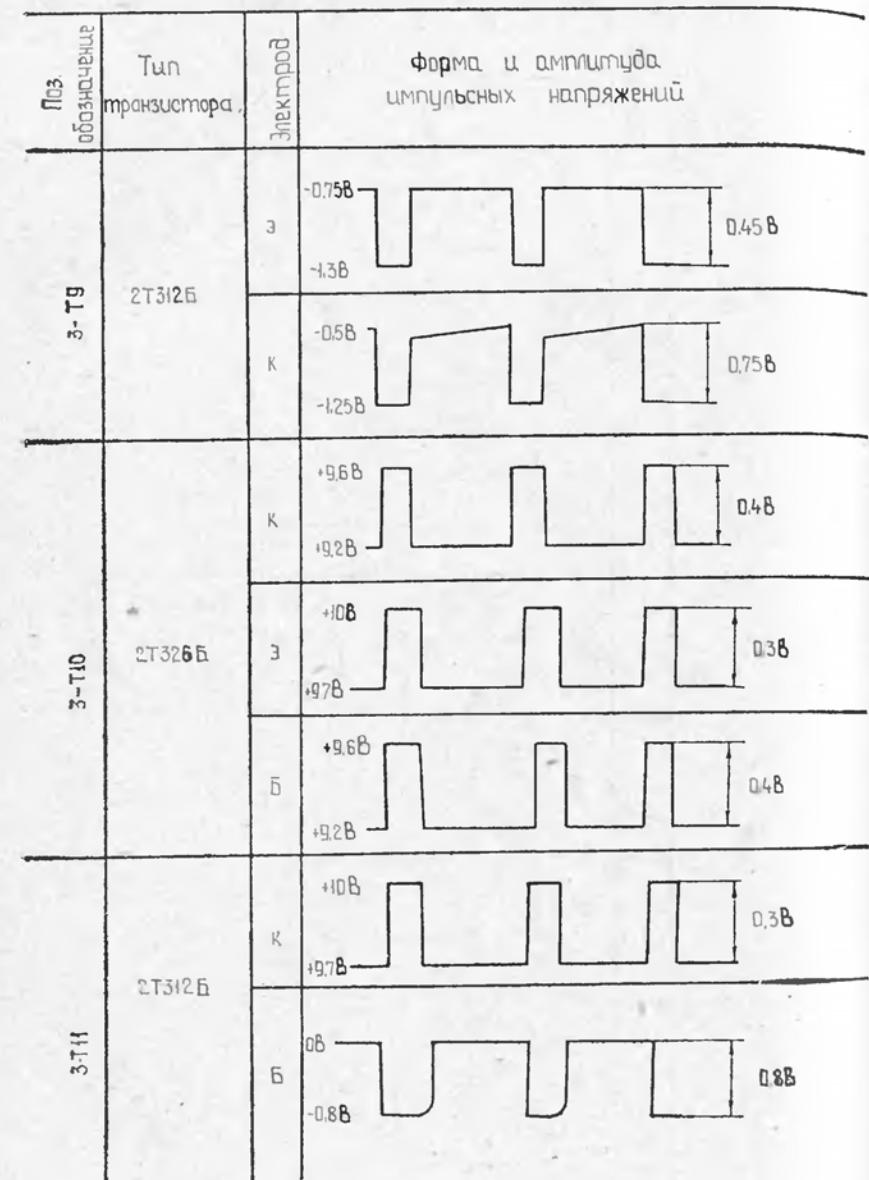
Продолжение табл. I

Поз. обозн. назначение	Тип тран- зистора	Электрод	Форма и амплитуда импульсных напряжений
4-T8	2T306B	Б	
		К	
	2T316Д	Б	
		К	
3-T5	2T316Д	Э	
		Б	
	2T316Д	К	

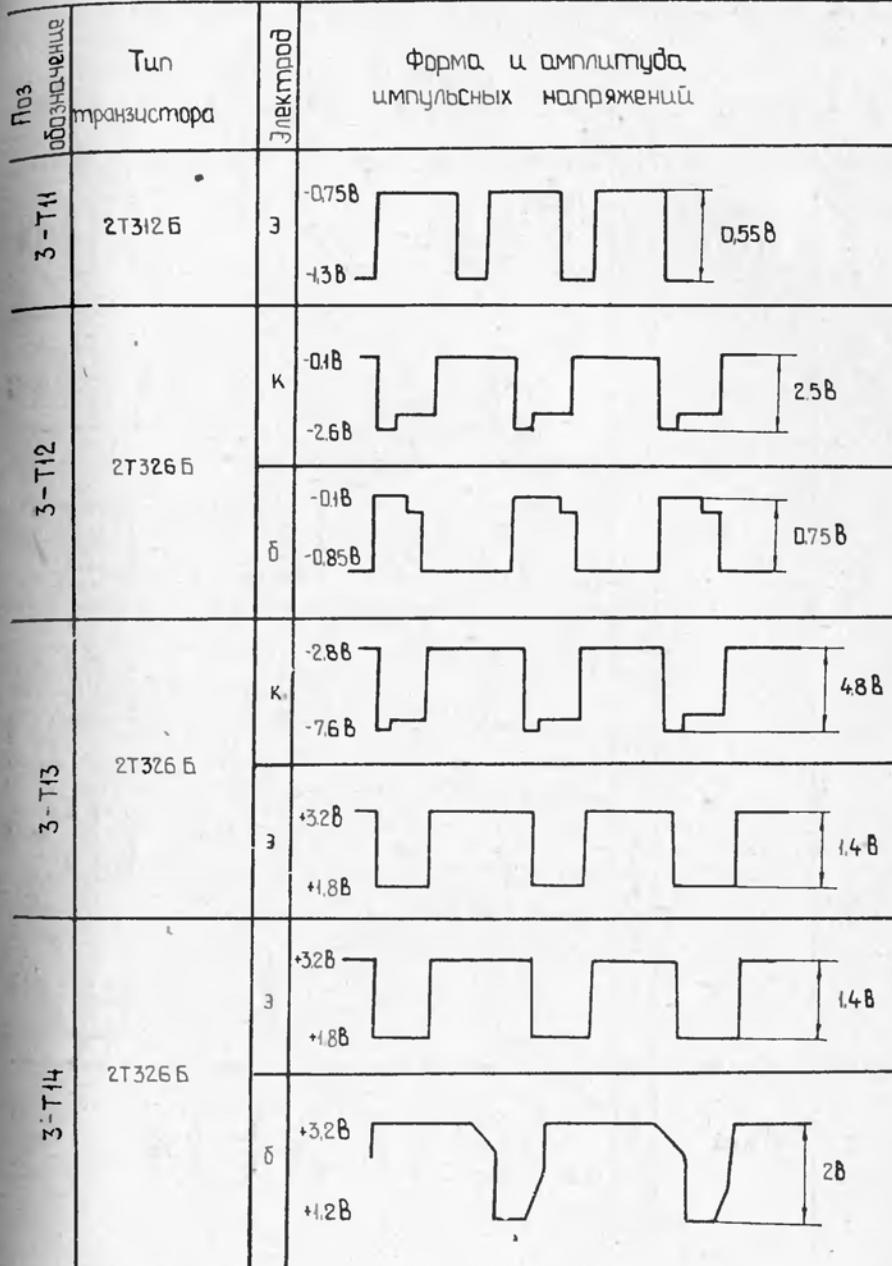
Продолжение табл. I

Поз. обозн. назначение	Тип транзистора	Электрод	Форма и амплитуда импульсных напряжений
4T313B	3-T7	Б	
		К	
4T313B	3-T8	Б	
		К	
3-T9	2T312Б	Э	
		Б	

Продолжение табл. 1



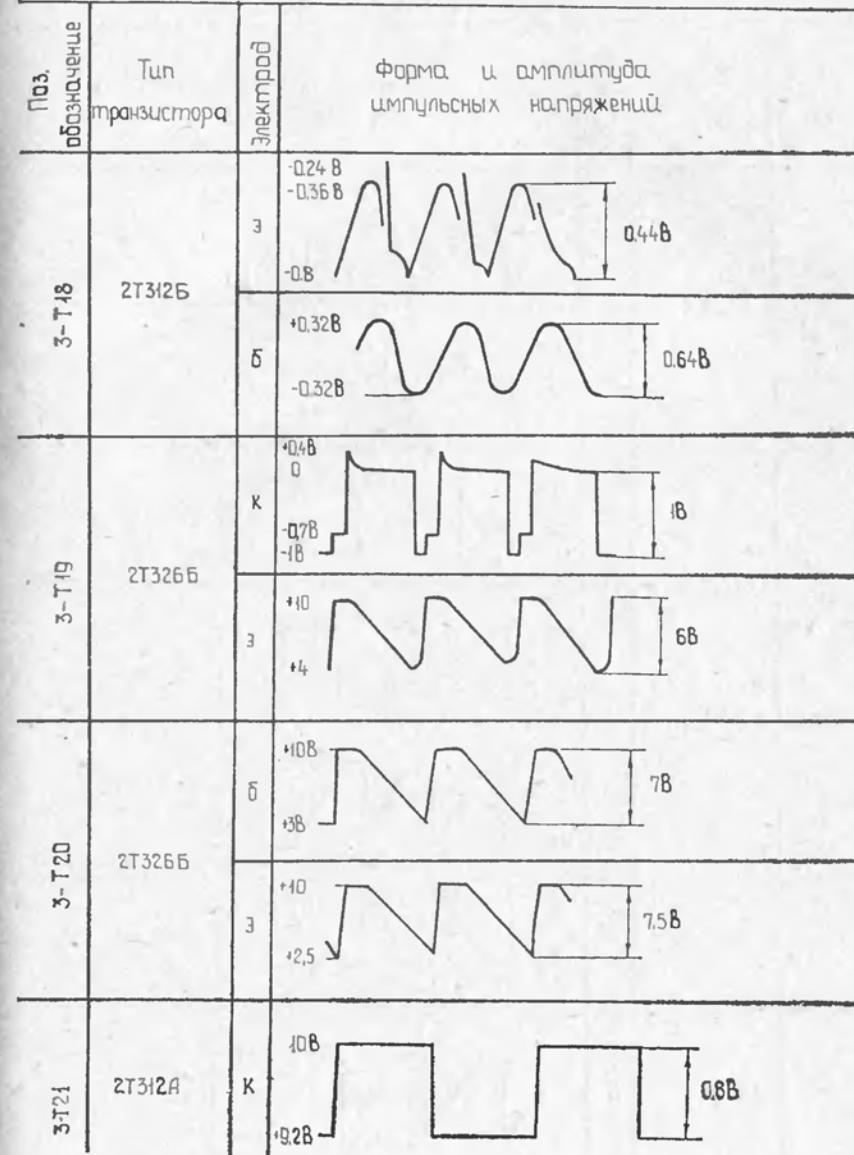
Продолжение табл. 1



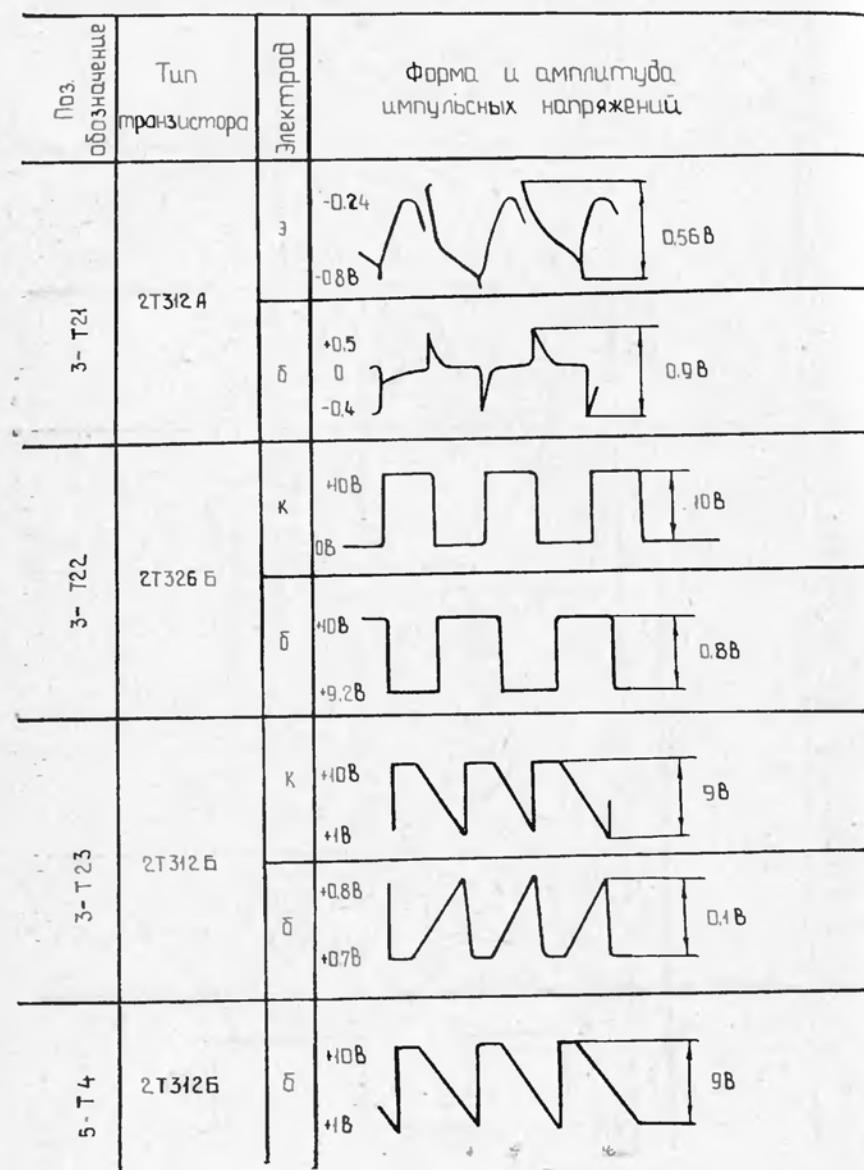
Продолжение табл. 1

Поз. обозначение	Тип транзистора	Электрод	Форма и амплитуда импульсных напряжений
3-T14	2T326Б	K	+0.3В -1.5В 1.8В
		B	+5В -0.7В 15.7В
3-T15	2T312Б	K	-1.7В -4.0В 2.3В
		E	-2.4В -3.2В 0.8В
3-T16	2T312Б	K	+10В -0.6В 10.6В
		E	-24В -3.2В 0.8В
3-T18	2T312Б	K	+3В +6В 7В

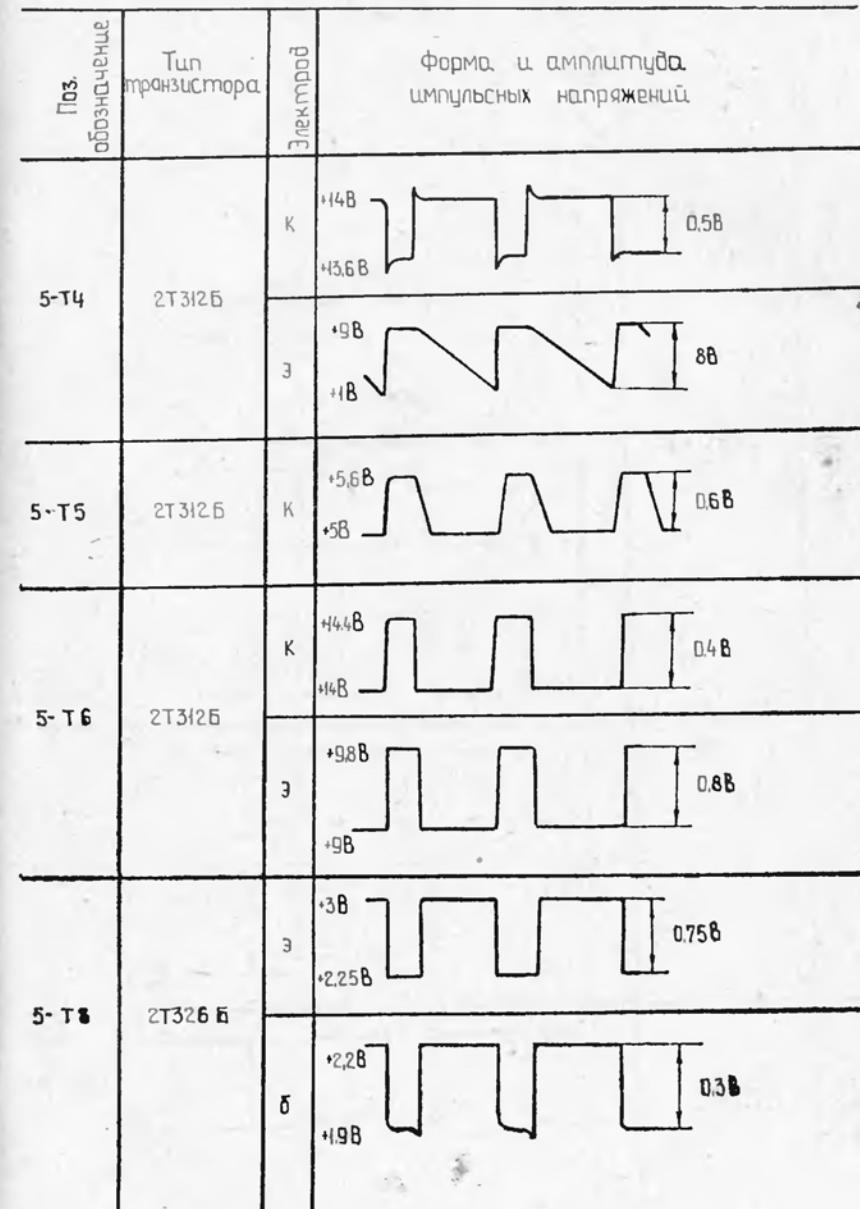
Продолжение табл. 1



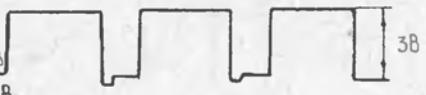
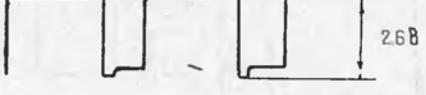
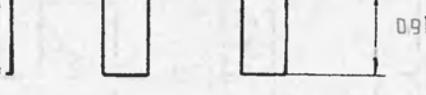
Продолжение табл. 1



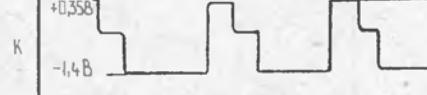
Продолжение табл. 1



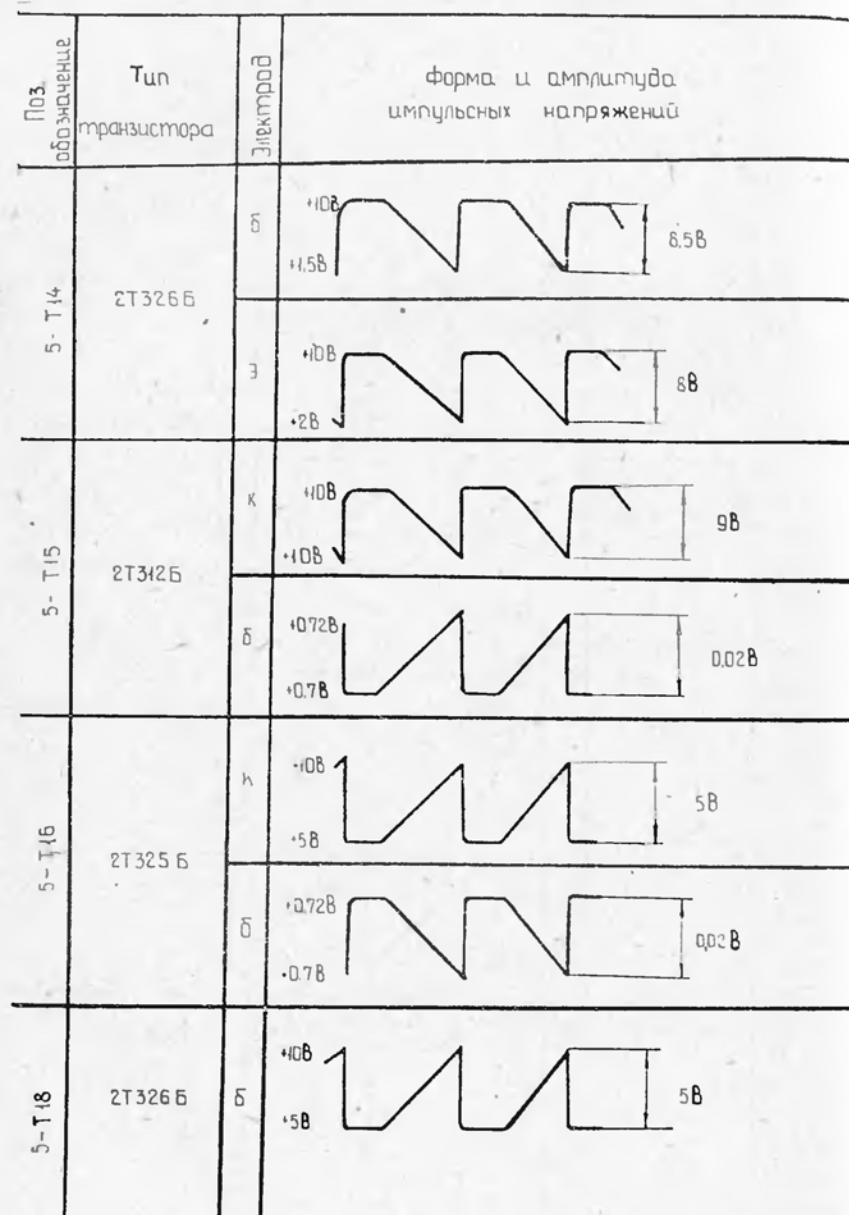
Продолжение табл. 1

Поз. обозначение	Тип транзистора	Электрод	Форма и амплитуда импульсных напряжений
5-T8	2T326Б	K	
5-T9	2T326Б	K	
		б	
5-T10	2T312Б	K	
		б	
		3	
5-T11	2T312Б	K	

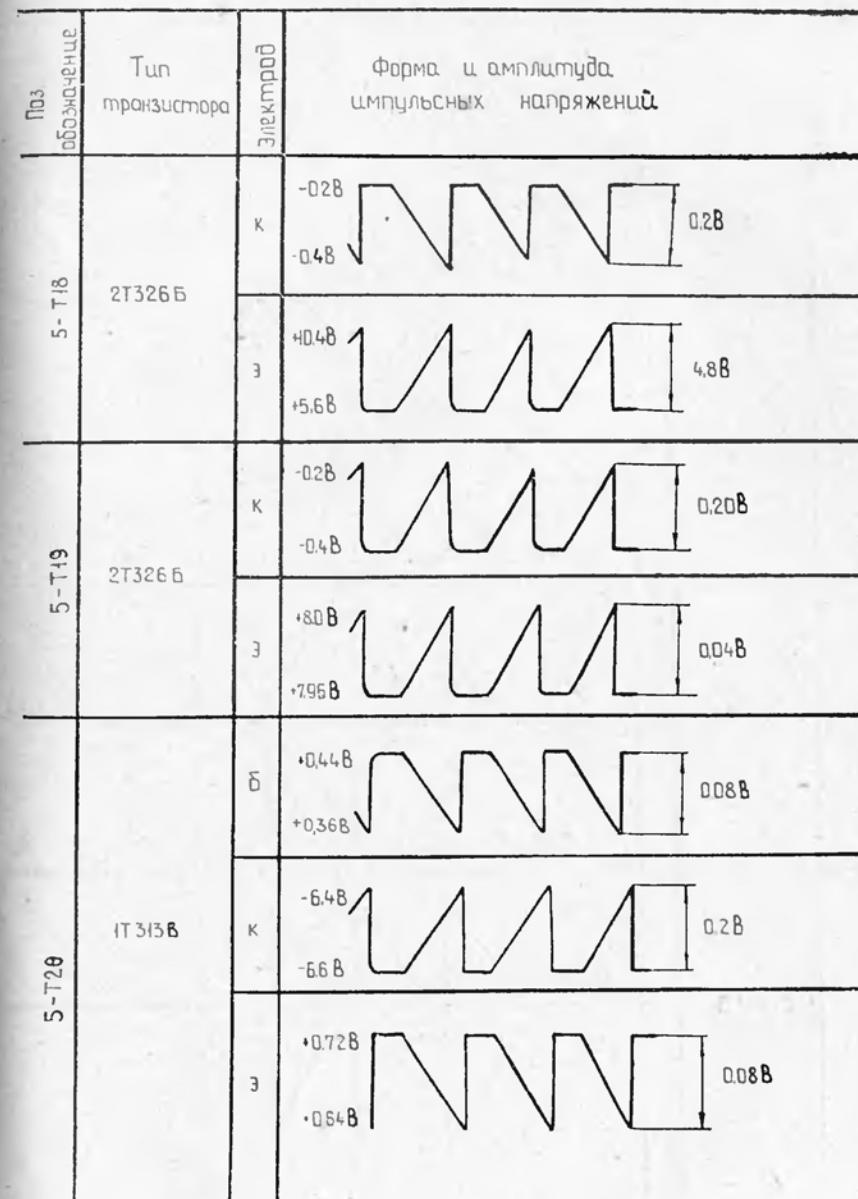
Продолжение табл. 1

Поз. обозначение	Тип- транзистора	Электрод	Форма и амплитуда импульсных напряжений
5-T11	2T312Б	б	
		3	
5-T12	2T326Б	б	
		K	
		3	
5-T13	2T326Б	3	
		K	

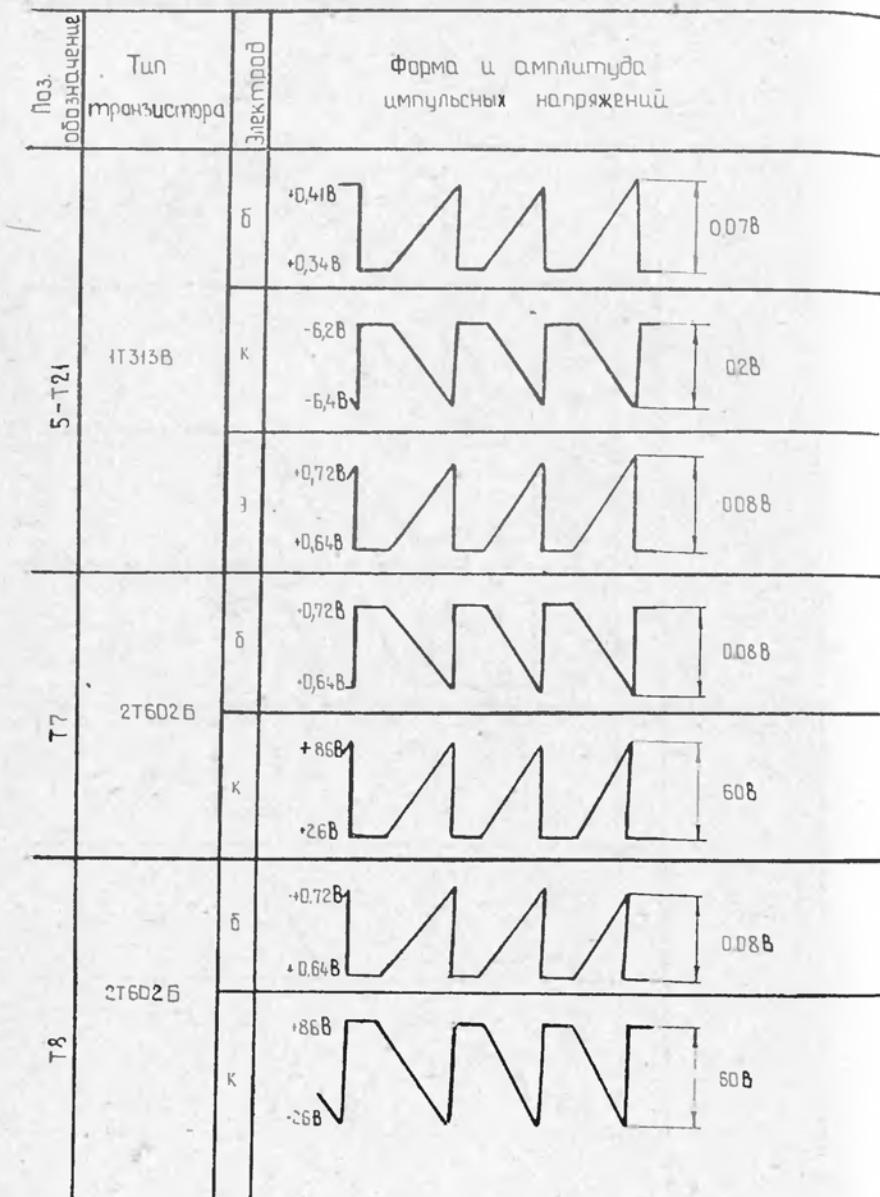
Продолжение табл. 1



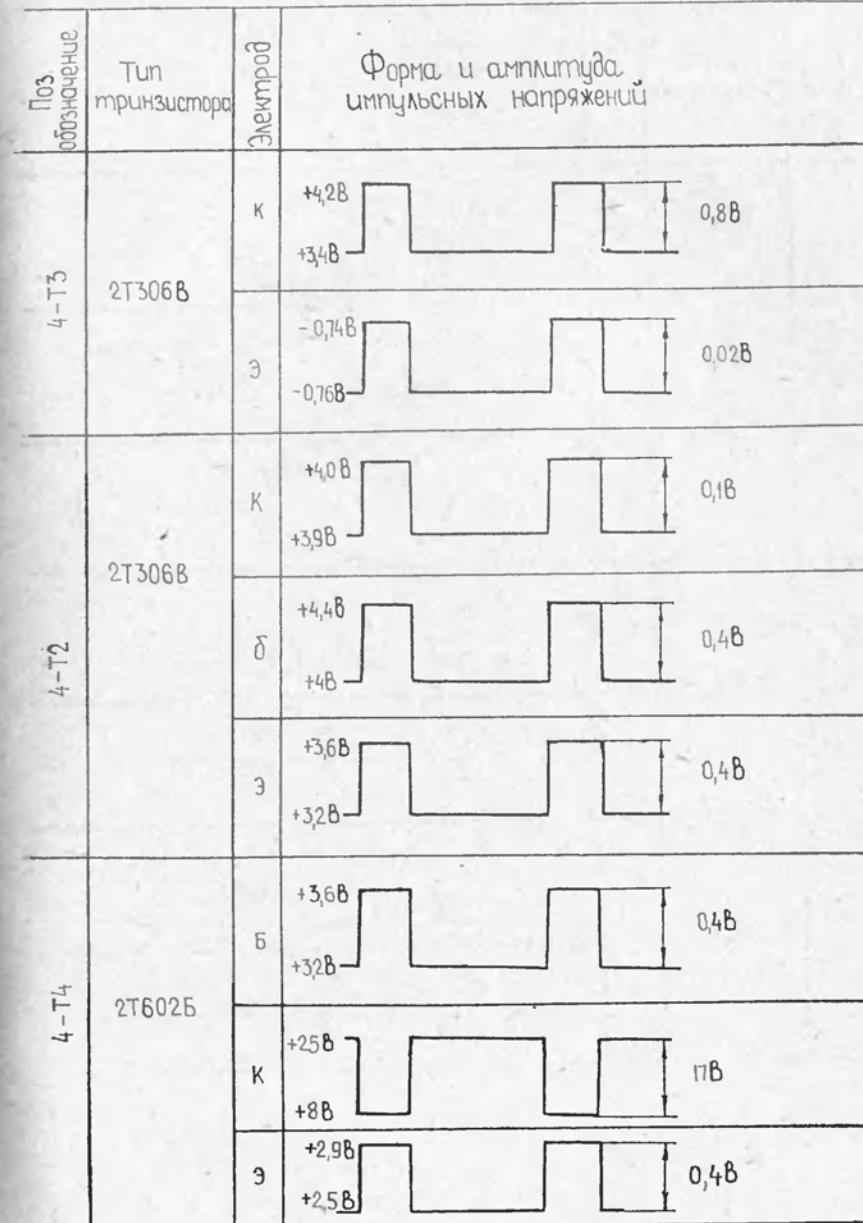
Продолжение табл. 1



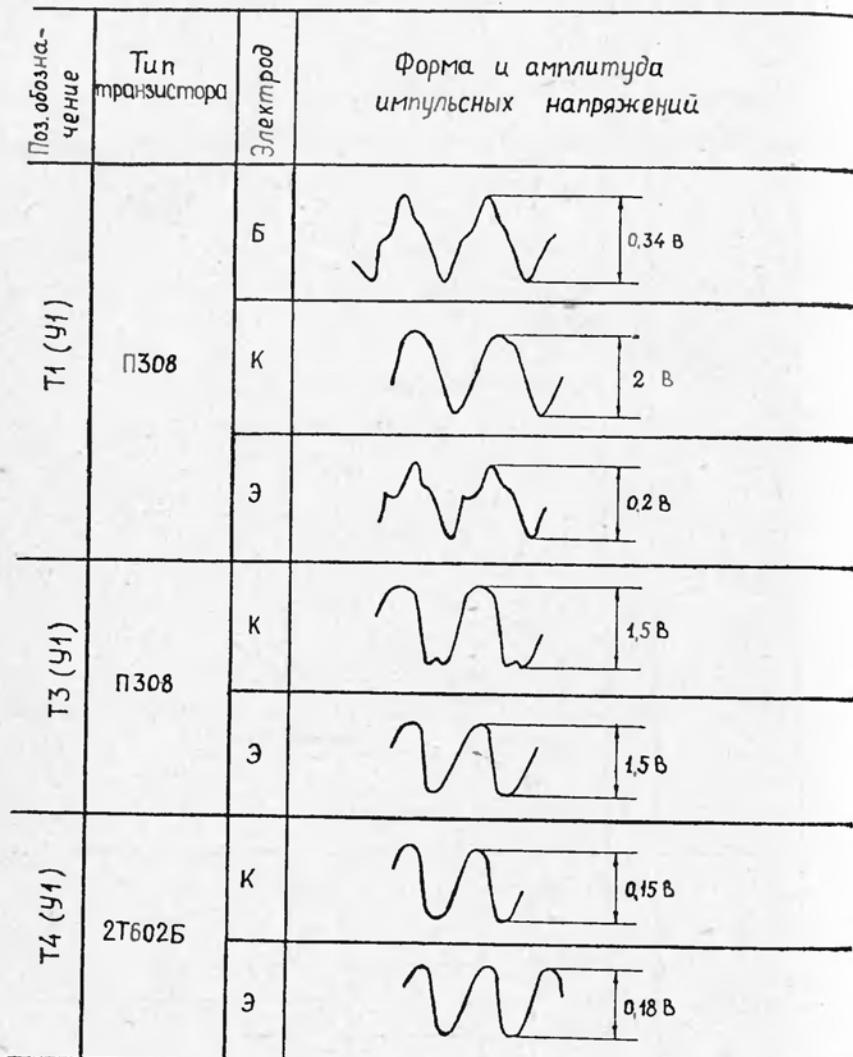
Продолжение табл. 1



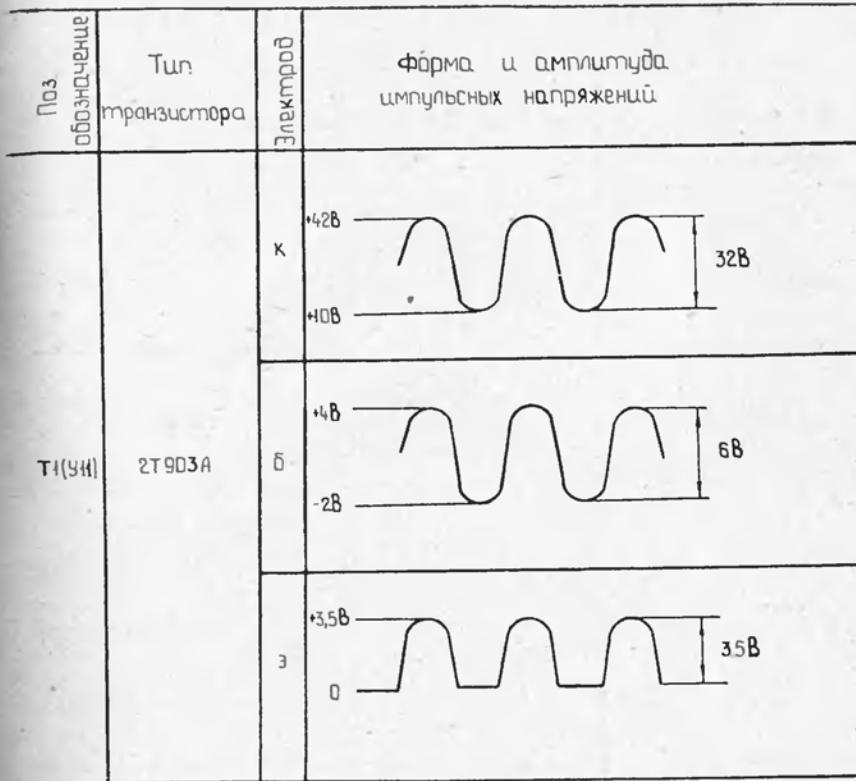
Продолжение табл. 1



Продолжение табл. 1



Продолжение табл. 1



Примечания:

1. Формы и амплитуды импульсных напряжений измерены относительно шасси контрольным осциллографом при включенном приборе. Осциллограммы сняты осциллографом универсальным С1-64.
2. На вход канала I (или II) подается сигнал с выхода калибратора.
3. Тумблер «1 V 0,1 V» — в положении «0,1 V».
4. При снятии графиков на электродах триодов 4-T1, 4-T2, 4-T3, 4-T4 ручка «ЯРКОСТЬ» — в крайнем левом положении, при снятии графиков на остальных триодах ручка «ЯРКОСТЬ» — в среднем положении.
5. Положение ручек управления указано в примечаниях к приложению 1.
6. Форма и амплитуда импульсных напряжений не должны отличаться от указанных значений более, чем на $\pm 20\%$.

Карта импульсных напряжений на контрольных точках

Таблица 2

Позиционное обозначение	Форма и амплитуда импульсных напряжений
I-KT1	+0,05В -0,05В 0,1В
I-KT2	+0,075В -0,075В 0,15В
I-KT7	+0,05В -0,05В 0,1В
I-KT8	+0,075В -0,075В 0,15В
3-KT1	+1,9В +1,2В 0,7В
3-KT2	+5,9В +5В 0,9В

Продолжение табл. 2

Позиционное обозначение	Форма и амплитуда импульсных напряжений
3-KT3	+2,216В +22В 0,016В
3-KT4	-0,5В -1,25В 0,75В
3-KT5	+0,1В -1В 1,1В
3-KT6	+0,6В 9,2В 0,4В
3-KT7	-0,1В -2,6В 2,5В
3-KT8	-2,8В -7,6В 4,8В

Продолжение табл. 2

Позиционное обозначение	Форма и амплитуда импульсных напряжений
4-KT1	+76 В +52 В 24 В
4-KT2	-1,38 -1,4 В 0,18
5-KT1	+1,8 В +0,75 В 1,05 В
5-KT2	+1,378 В +1,35 В 0,028 В
5-KT3	+6,1 В +5,3 В 0,8 В
5-KT4	+14 В +13,5 В 0,5 В

Продолжение табл. 2

Позиционное обозначение	Форма и амплитуда импульсных напряжений
5-KT5	0 В -1 В 1 В
5-KT6	-3,2 В -7,2 В 4 В
5-KT7	0 В -3 В 3 В
5-KT8	+7,2 В -0,5 В 7,7 В

Примечания:

- Формы и амплитуды импульсных напряжений измерены относительно шасси контрольным осциллографом универсальным С1-64 при включенном приборе.
- На вход канала I (или II) подается сигнал с выхода калибратора.
- Тумблер «1 V; 0,1 V» — в положении «0,1 V».
- При снятии графиков на контрольных точках платы И22.089.127 Сп развертки Б переключатель «ВИД РАЗВЕРТКИ» — в положении Б, переключатель «РЕЖИМ Б» — в положении «ЖДУЩ.».
- При снятии графиков на контрольных точках платы И22.089.124 Сп усилителя «Z» ручка «ЯРКОСТЬ» в крайнем правом положении.
- Положение ручек управления указано в примечаниях к приложению 1.
- Форма и амплитуда импульсных напряжений не должны отличаться от указанных значений более, чем на $\pm 20\%$.

ДАННЫЕ ТРАНСФОРМАТОРОВ
И ИНДУКТИВНОСТЕЙ

Данные трансформатора И24.730.122Сп (3-Тр1)

Электрическая схема	Номера выводов	Колич. витков	Тип намотки	Провод	L, мкГн
	1—2 3—4	10 10	Кольцевая в два провода	ПЭТВ-0,23	46±20%

Сердечник М2000 HM1-15 K7×4×2-1 класс

Данные трансформатора И24.730. 142 Сп (1-Тр4)

Электрическая схема	Номера выводов	Колич. витков	Тип намотки	Провод	L, мкГн
	1—2 3—4	5 10	Кольцевая в два провода	ПЭТВ-0,31	67,8±10%

Сердечник М2000 HM1-15 K10×6×3-1 класс

Трансформатор И24.702.085 (Тр1)
Магнитопровод ШЛ 25×40 Э320-0,35

Схема обмотки	Номер обмотки	Номер вывода	Инагр. В	Инагр., А	Количество витков	Марка и диаметр провода	Примечание
	I	1-2	115	1,4	372	ПЭТВ 0,74	$f_p = 400 \text{ Гц}$
			1-3	220	0,76	346	ПЭТВ 0,59
II		4			138	ПЭТВ 0,31	Экран
III		5-6	67	0,2	203	ПЭТВ 0,31	
IV		7-8	83	0,55	289	ПЭТВ 0,51	
V		9-10	14	1,0	49	ПЭТВ 0,69	
		10-11	14		49	ПЭТВ 0,69	
VI		12-13	14	1,0	49	ПЭТВ 0,69	
		13-14	14		49	ПЭТВ 0,69	
VII		15-16	9	0,2	32	ПЭТВ 0,31	
VIII		17-18	22,5	0,65	80	ПЭТВ 0,55	
		18-19	22,5		80	ПЭТВ 0,55	
IX		20-21	6,3	0,33	22	ПЭТВ 0,41	

Трансформатор И24.730.284

Схема обмотки	Номер обмотки	Номер вывода	Напряжение, В		Ток, А		Марка и диаметр провода	Примечание
			Их/х	Инагр.	Их/х	Инагр.		
	I	1-2	9,6	9,6	0,35	0,6	4	ПЭТВ 0,41
	II	3-4	2,4	2,4	—	—	1	
III	0		—	—			1	Фольга М2 0,05
IV		5-6	163	160			67	ПЭТВЛК 0,1
		5-7	1130	1110			423	
		5-8	1320	1300			80	

ТЭ7.773.248. Сердечник М1000НН-5.
УВ7.076.115. Сердечник М1000НН5.

Данные индуктивности И24.775.035 Сп (L6, L7)

Электрическая схема	Индуктивность, мкГн		Провод	Количество витков	Тип намотки
	ном.	доп.			
	0,3	±10%	ПЭТВ-0,2	17	Открытая однослойная виток к витку

Индуктивность мотать на резисторе ОМЛТ-0,25-В-200 Ом ±10%

Данные индуктивности И24.775.036 Сп (3-L4, 5-L3)

Электрическая схема	Индуктивность, мкГн		Провод	Количество витков	Тип намотки
	ном.	доп.			
	0,2	±10%	ПЭТВ-0,2	13	Открытая однослойная виток к витку

Индуктивность мотать на резисторе ОМЛТ-0,25-В-270 Ом±10%

Данные индуктивности И24.775.037-1 Сп (2-L3)

Электрическая схема	Индуктивность, мкГн		Провод	Количество витков	Тип намотки
	ном.	доп.			
	0,07		ПЭТВ-0,15	6	Открытая однослойная виток к витку

Индуктивность мотать на резисторе ОМЛТ-0,25-В-100 кОм±10%

Данные индуктивности И24.775.037-2 Сп (2-L1, 2-L4)

Электрическая схема	Индуктивность, мкГн		Провод	Количество витков	Тип намотки
	ном.	доп.			
	0,15		ПЭТВ-0,15	12	Открытая однослойная виток к витку

Индуктивность мотать на резисторе ОМЛТ-0,25-В-100 кОм±10%

Данные индуктивности И24.775.037-3 Сп (3-L1)

Электрическая схема	Индуктивность, мкГн		Провод	Количество витков	Тип намотки
	ном.	доп.			
	0,3		ПЭТВ-939 0,16	17	Открытая однослойная виток к витку

Индуктивность мотать на резисторе ОМЛТ-0,25-В-100 кОм±10%

Данные индуктивности И24.775.039 Сп (L15, L16)

Электрическая схема	Индуктивность, мкГн		Провод	Количество витков	Тип намотки
	ном.	доп.			
	0,06		ПЭТВ-939 0,2	5	Открытая однослойная виток к витку

Индуктивность мотать на резисторе ОМЛТ-0,25-В-56 Ом±10%

Данные индуктивности И24.775.039-1 Сп (L5)

Электрическая схема	Индуктивность, мкГн		Провод	Количество витков	Тип намотки
	ном.	доп.			
	0,012		ПЭТВ-939 0,2	1	Открытая однослойная виток к витку

Индуктивность мотать на резисторе ОМЛТ-0,25-В-56 Ом±10%

Индуктивность И24.775.042-1 Сп (L1÷L4, L17÷L20)

Индуктивность мкГн		Провод	Количество витков	f, МГц	Q	Каркас	Электрическая схема
ном.	доп.						
0,13	—	ПЭТВ 0,15	10	50		Резистор ОМЛТ-0,25-В-56 ом $\pm 10\%$ ГОСТ ВД 7113-71	

Данные индуктивности И24.777.207 Сп (3-L5)

Электрическая схема	Индуктивность, мГн		Провод	Количество витков	Тип намотки
	ном.	доп.			
	85	$\pm 10\%$	ПЭТВ-0,31	14	Кольцевая виток к витку

Сердечник М2000 НМ1-15 К7×4×2-1

Данные индуктивности И24.777.077 Сп (L9, L10)

Электрическая схема	Индуктивность, мкГн		Провод	Количество витков в секции	Общее количество витков	Выходы	Тип намотки
	ном.	доп.		I	II		
	600	$\pm 5\%$	ПЭЛШО-0,09 ГОСТ 16507-70	200	200	400	собственным проводом универсальная

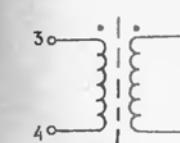
Отклоняющая система И24.791.001 (L13)

Номера выводов	Количество витков	Провод	R, кОм	Электрическая схема
1—2	4600	ПЭТВ-939 0,125	$1,32 \pm 2\%$	

Отклоняющая система И24.791.002 (L14)

Номера выводов	Количество витков	Провод	R, кОм	Электрическая схема
1—2	4000	ПЭТВ-939 0,125	$1,45 \pm 2\%$	

Индуктивность И24.777.120 (3-L10)

Электрическая схема	Номера выводов	Индуктивность		Рабочая частота, кГц	Коэффициент трансформации	Марка и диаметр провода	Количество витков
		L _{ном.} , мГн.	с подстроеком				
	1—2	62,5	58,5	66,5	10	2	1240
	3—4	—	—	—	1	0,1	124

РИСУНКИ РАСПОЛОЖЕНИЯ
ОРГАНОВ УПРАВЛЕНИЯ
И ОСНОВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

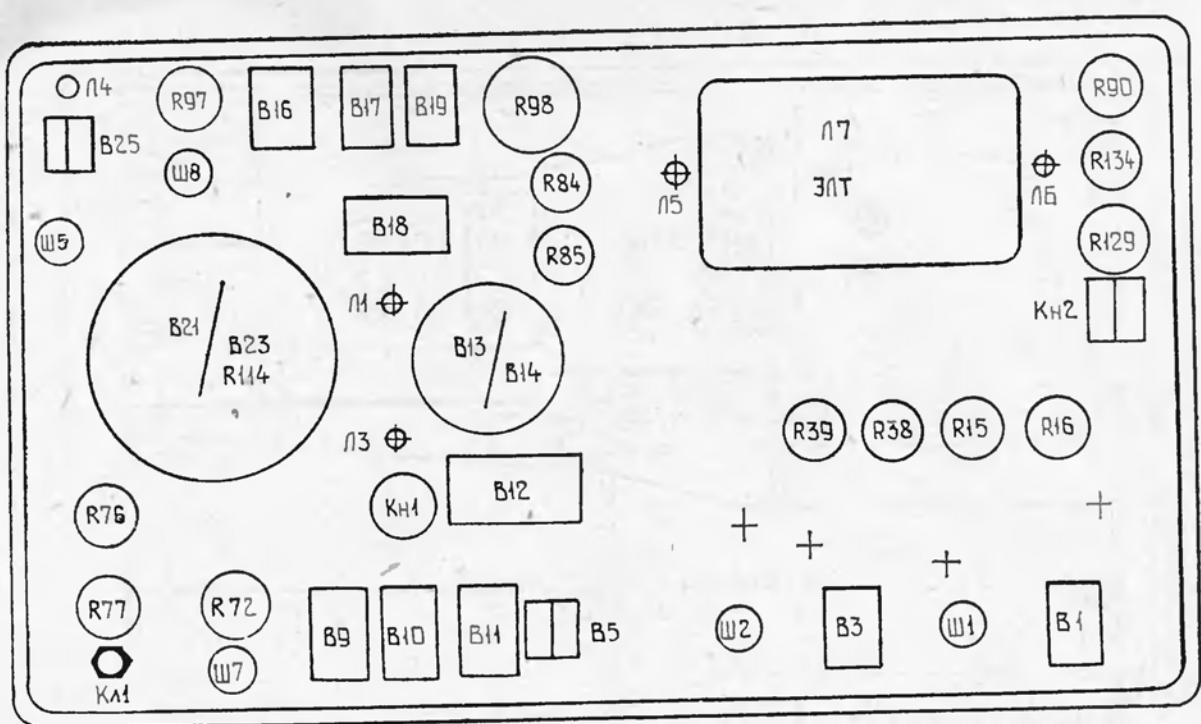


Рис. 1. Передняя панель прибора (вид сзади). Расположение установочных элементов.

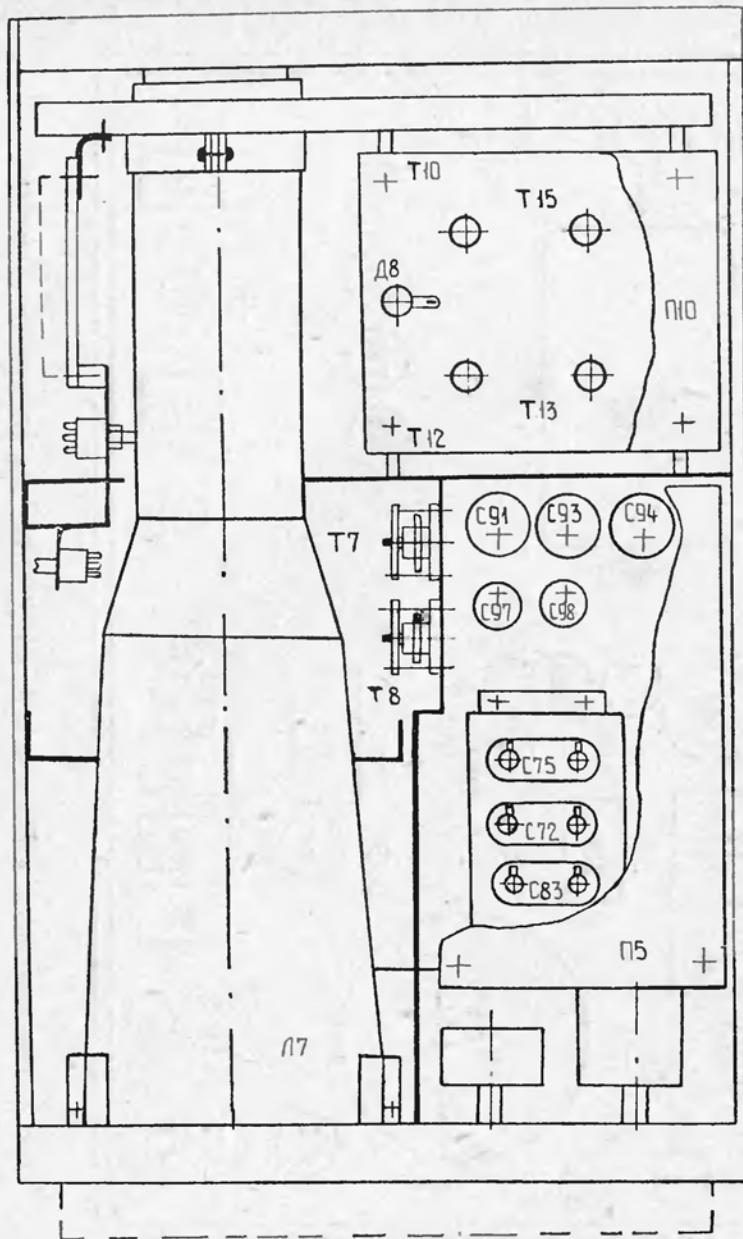


Рис. 2. Схема расположения установочных элементов и печатных плат (вид сверху).

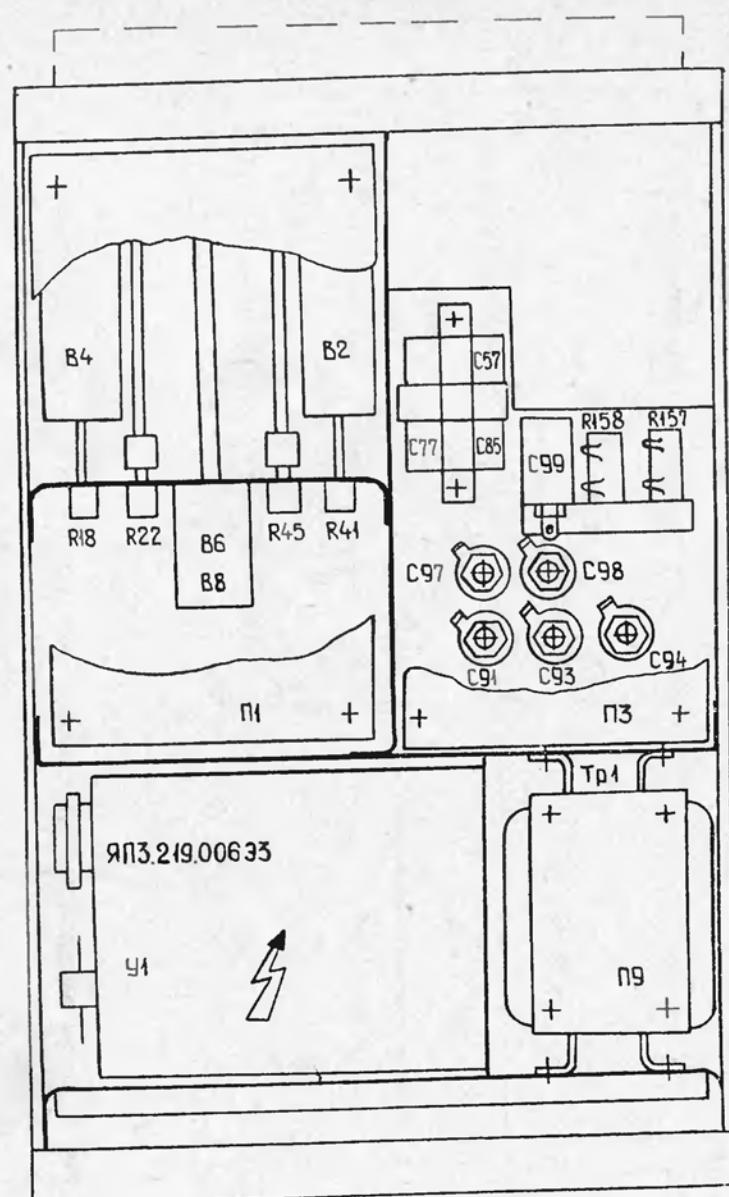


Рис. 3. Схема расположения установочных элементов и печатных плат (вид снизу).

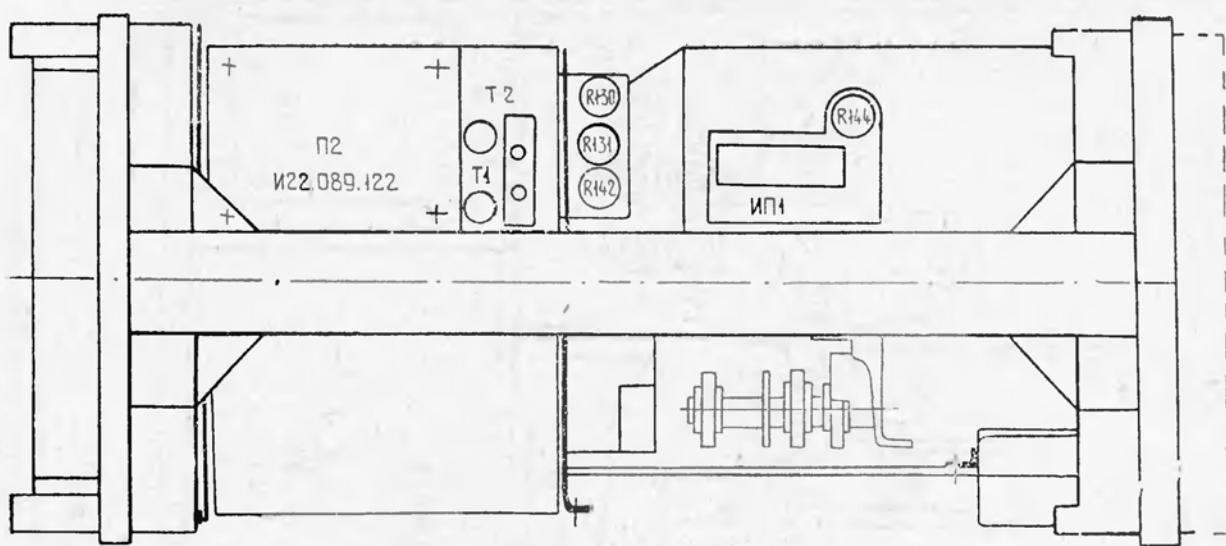


Рис. 4. Схема расположения установочных элементов и печатных плат (вид сбоку).

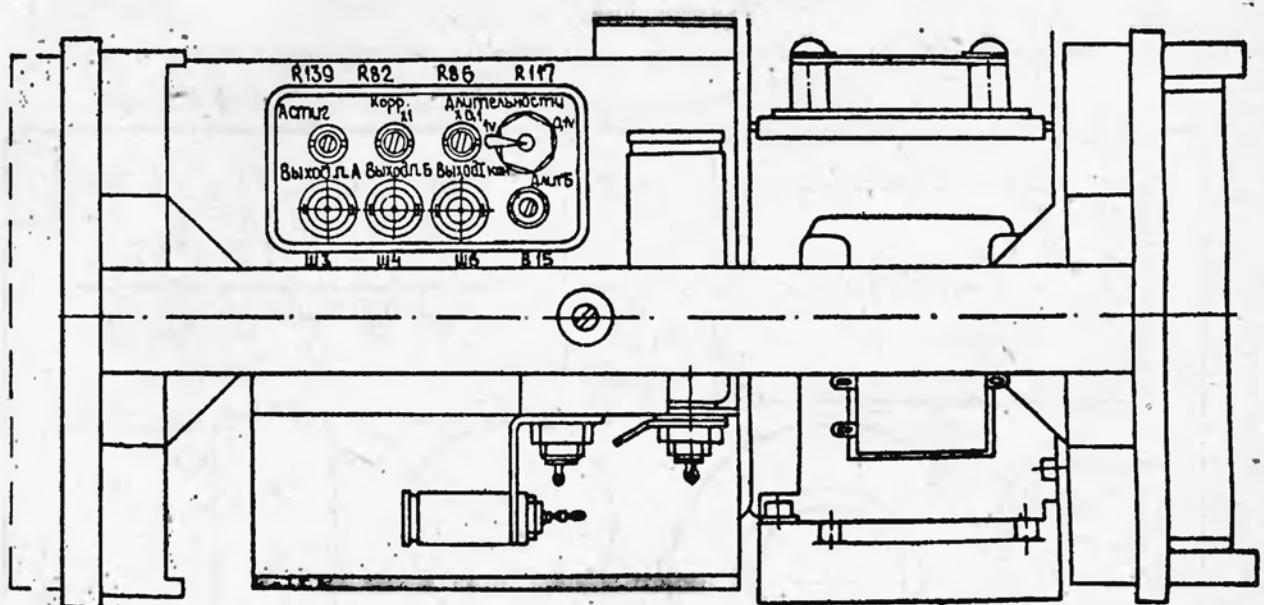


Рис. 5. Схема расположения установочных элементов (вид сбоку).

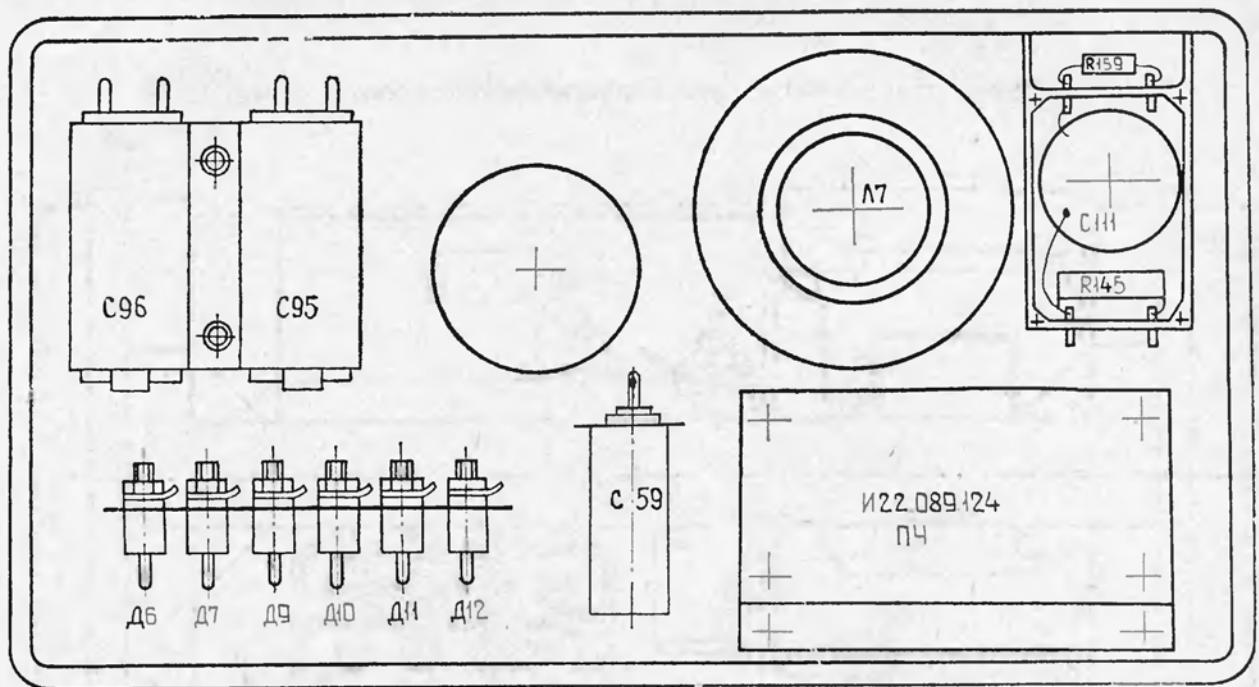


Рис. 6. Задняя стенка прибора. Расположение установочных элементов и печатных плат.

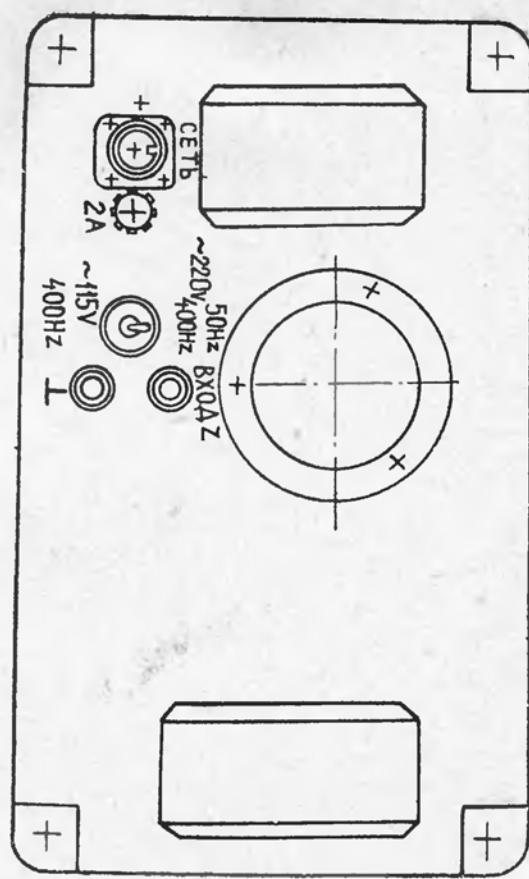


Рис. 7. Задняя стенка. Расположение установочных элементов.

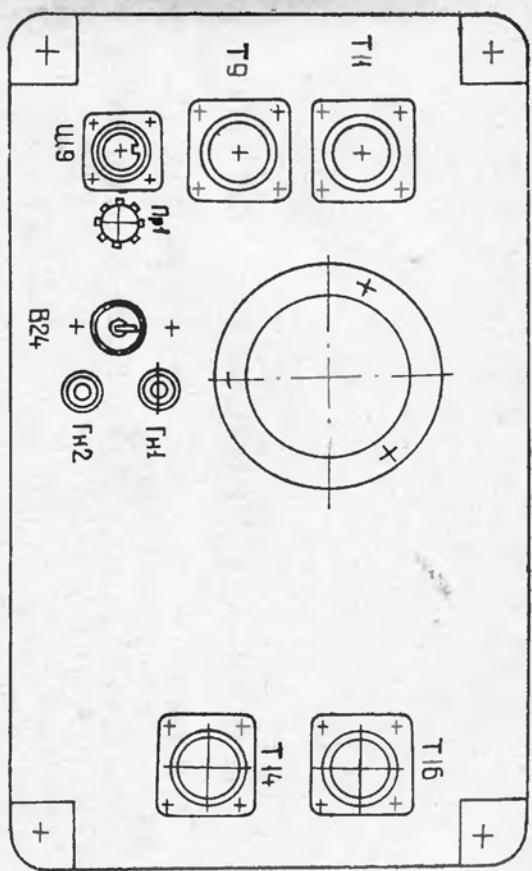


Рис. 8. Задняя стенка.

ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЭЛТ 11Л01И

1. Рабочая часть экрана должна обеспечивать качественное воспроизведение информации.
2. На рабочей части экрана допускаются непрозрачные точки и просветы диаметром 0,5 мм в количестве 2 шт. с расстоянием между ними не менее 15 мм. Дефекты диаметром 0,3 мм, несосредоточенные в одном месте, не учитываются.
3. Отклонение от плоскостности экрана в пределах рабочей части должны быть не более 0,2 мм.
4. На линиях шкалы допускается не более 5 разрывов длиной до 0,7 мм, но не более 2 разрывов в одной клетке шкалы. Разрывы до 0,3 мм включительно, не учитываются.
5. Геометрические искажения должны быть не более 1,5%.

* ПЕРЕЧЕНЬ ПРИНЯТЫХ СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ

Rвх — входное сопротивление;
 Cвх — входная емкость;
 Режим работы: «ПРЕР.» — прерывистый;
 Режим работы: «ПООЧЕР.» — поочередный;
 «СИНХР. А» — синхронизация развертки А;
 «ОДНОКР.» — однократный запуск развертки А;
 «СТАБ. ВЧ» — стабильность высокочастотного сигнала;
 «Б ПОДСВ. А» — развертка Б подсвечивает развертку А;
 «АВТ.» — автоматический режим работы развертки;
 «ЖДУЩ.» — ждущий режим работы развертки;
 «ДЛИТ. Б» — длительность развертки Б;
 «КОРР. ДЛИТ.» — корректировка длительности;
 «АСТИГ.» — астигматизм;
 ЭЛТ — электронно-лучевая трубка;
 «ВЫХОД ∏ КАЛИБР.» — выход прямоугольного импульса калибратора;
 «ВЫХОД I КАН.» — выход первого канала;
 ЗИП — запасное имущество и принадлежности;
 (У) — схемное обозначение узла;
 Сврем. — конденсатор времязадающий;
 Рврим. — резистор времязадающий;
 СР — соединитель радиочастотный;
 «ВОЛЬТ/ДЕЛ.» — вольт/деление;
 П-образная ручка — ручка прямоугольной формы;
 Т — схемное обозначение транзисторов;
 П-образный импульс — импульс прямоугольной формы;
 «А и Б ВРЕМЯ/ДЕЛ.» — А и Б время/деление;
 «УМНОЖ.» — умножение скорости развертки;
 «КОРР.» — корректировка усиления усилителя вертикального отклонения;
 НЧ сигналы — низкочастотные сигналы;

КТ — контрольная точка;

дБ — децибел;

В/дел — вольт/деление;

дел. — деление;

усилитель «Z» — усилитель осуществляющий управление яркостью и подсветом луча электронно-лучевой трубки;
режим $X=Y$ — режим, когда выход усилителя I канала «(ВЫХОД I КАН.)» подключен ко входу усилителя горизонтального отклонения («ВХОД X»);

ва — вольтампер;

канал «X» — канал усилителя горизонтального отклонения:

« $\times 0,1$ » — умножение 0,1;

усиление $\times 1$ — усиление, умноженное 1;

усиление $\times 10$ — усиление, умноженное 10;

т. д. — так далее;

«ШКАЛА» — освещение шкалы;

fc — обозначение частоты сигнала;

T — обозначение длительности периода сигнала;

см. п. — смотри пункт;

усилитель «Y» — усилитель вертикального отклонения;

мм. рт. ст. — миллиметр ртутного столба;

см. — смотри;

т. п. — тому подобное;

hi — величина изображения импульса;

ти — время нарастания изображения импульса;

ном. — номинальный;

доп. — дополнительный;

Uнагр. — напряжение нагрузки;

Iнагр. — ток нагрузки;

колич. — количество;

в. ч. — высокочастотный;

ЛАТР — лабораторный автотрансформатор.

Примечание. Допускается в приборе условное обозначение:

1. Транзисторов «ПП» вместо «Г»;

2. Гнезд, разъемов «Г» вместо «Гн», «Ш»;

3. Клемм «К» вместо «Кл»;

4. Дросселей «L» вместо «Др».

ВНИМАНИЕ!

В данном издании технического описания обнаружены следующие опечатки и ошибки

Имеются

Следует читать

Лист 21

ВНИМАНИЕ!

При подключении к гнездам НРЯ3.647.036-1 Сп Г4Б ОСТ4Г0.364.004 во избежании их поломки использовать только штепсели НРЯ3.645.026-1 Сп Ш4Б ОСТ4Г0.364.004.

Применение других штепселей не допускается.

Зак. 276—16000.

ВНИМАНИЕ!

В данном техническом описании С1-64 на стр. 93 произведено

ВНИМАНИЕ!

Перед включением прибора в сеть, втулку сетевого шнура крепить винтом и шайбой к задней стенке прибора.

Зак. 658—609.

переход

Зак. 658—609.001

Зак. 653—6290

ЭСВ-2,5-12,6/1 по ФШ0.281.008 ТУ, согласно которых:

- диапазон рабочих температур — от -10°C до $+50^{\circ}\text{C}$;
- условия хранения — от -40°C до $+30^{\circ}\text{C}$;
- условия транспортирования — от -40°C до $+50^{\circ}\text{C}$.

При эксплуатации прибора в режимах, отличающихся от указанных, ЭСВ рекламируемым и замене не подлежат.

Зак. 183—20000.

ВНИМАНИЕ!

В данном издании технического описания обнаружены следующие опечатки и ошибки

Имеется

Следует читать

Лист 21

ВНИМАНИЕ!

При подключении к гнездам НРЯ3.647.036-1 Сп Г4Б ОСТ4Г0.364.004 во избежании их поломки использовать только штепсели НРЯ3.645.026-1 Сп Ш4Б ОСТ4Г0.364.004.

Применение других штепселей не допускается.

Зак. 276—16000.

ВНИМАНИЕ!

В данном техническом описании С1-64 на стр. 93 произв-

ВНИМАНИЕ!

В связи с заменой устаревших средств поверки (генератора Г5-34) на генератор импульсов Г5-60 (Г5-53) в данном формуляре и техническом описании на прибор С1-64 в разделах, соответственно, «Комплект поставки», «Состав изделия» исключены:

трансформатор в. ч.

согласующий

переход

ЕЭ4.735.505 Сп

— 1

ЯП2.263.001

— 1

Зак. 633 6320

ЭСВ-2,5-12,6/1 по ФШ0.281.008 ТУ, согласно которых:

- диапазон рабочих температур — от -10°C до $+50^{\circ}\text{C}$;
- условия хранения — от -40°C до $+30^{\circ}\text{C}$;
- условия транспортирования — от -40°C до $+50^{\circ}\text{C}$.

При эксплуатации прибора в режимах, отличающихся от указанных, ЭСВ рекламируются и замене не подлежат.

Зак. 183—20000.

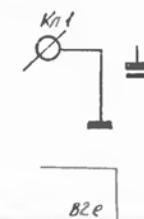
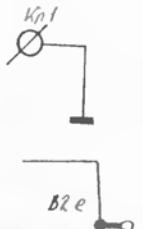
ВНИМАНИЕ!

В данном издании технического описания обнаружены следующие опечатки и ошибки

Имеется

Лист 21

Следует читать



ВНИМАНИЕ!

В данном техническом описании С1-64 на стр. 93 произведены изменения:

имеется

регулировки на задней панели:
«~115 V 400 Hz; ~220 V 50 Hz 400 Hz»

должно быть

регулировки на задней панели:
«~115 V 400 Hz; ~220 V 50 Hz 400 Hz» —
«~220 V 50 Hz 400 Hz»

ВНИМАНИЕ!

В приборе применен счетчик наработки времени ЭСВ-2,5-12,6/1 по ФШ0.281.008 ТУ, согласно которых:

- диапазон рабочих температур — от -10°C до +50°C;
- условия хранения — от -40°C до +30°C;
- условия транспортирования — от -40°C до +50°C.

При эксплуатации прибора в режимах, отличающихся от указанных, ЭСВ рекламациям и замене не подлежат.

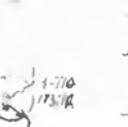
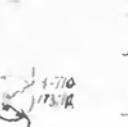
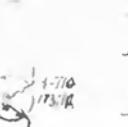
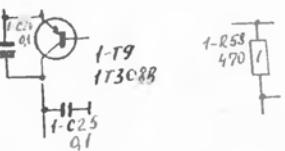
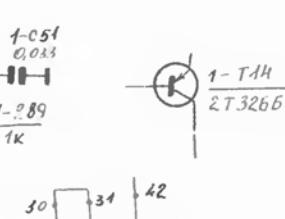
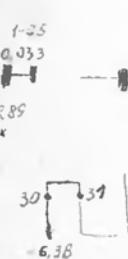
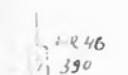
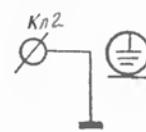
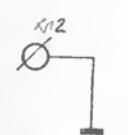
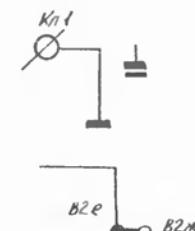
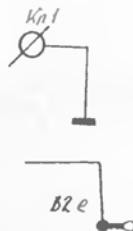
Внимание!

В данном
издании технического описания
обнаружены следующие опечатки и ошибки

Имеется

Следует считать

Лист 21

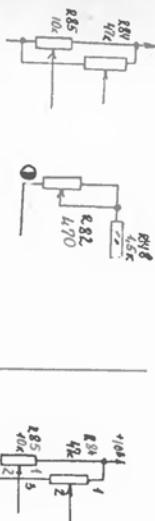


План 55

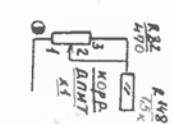
Следует выполнить



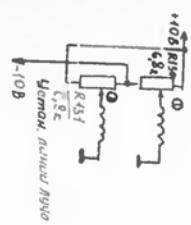
План 56



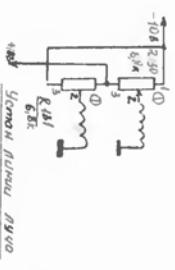
План 57



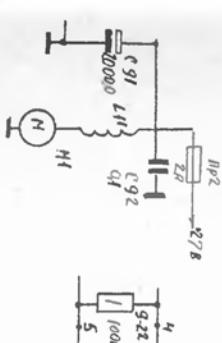
План 58



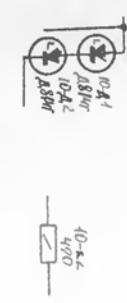
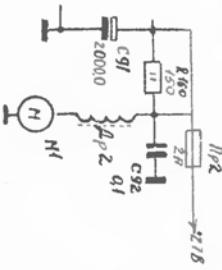
План 59



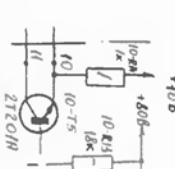
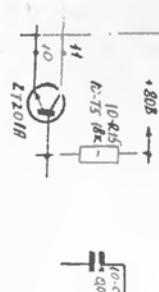
План 60



План 61



План 62



План 63

