

ОСЦИЛЛОГРАФ УНИВЕРСАЛЬНЫЙ С1-77



ТЕХНИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ
И ИНСТРУКЦИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ
И22.044.077 ТО

При упаковке
и селитрагель
Зак. 902-20000.

1984

ВНИМАНИЕ!

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

СОДЕРЖАНИЕ

1. Введение	6
2. Назначение	6
3. Технические данные	7
4. Состав изделия	10
5. Устройство и работа осциллографа	11
5. 1. Принцип действия	11
5. 2. Схема электрическая принципиальная	12
5. 3. Конструкция осциллографа	21
6. Маркирование и пломбирование	24
7. Общие указания по эксплуатации	24
8. Указания мер безопасности	25
9. Подготовка осциллографа к работе	25
9. 1. Установка осциллографа на рабочем месте	25
9. 2. Подготовка к включению	26
10. Порядок работы	26
10. 1. Подготовка к проведению измерений	26
10. 2. Проведение измерений	33
11. Регулирование и настройка	40
11. 1. Общие сведения	40
11. 2. Регулирование источников питания	40
11. 3. Регулирование схемы управления ЭЛТ	41
11. 4. Регулирование тракта горизонтального отклонения	42
11. 5. Регулирование схемы усилителя подсвета	43
11. 6. Регулирование калибратора (И22.051.006 Э3)	43
11. 7. Регулирование тракта вертикального отклонения	44
12. Характерные неисправности и методы их устранения	46
12. 1. Метод разборки осциллографа и поиск неисправностей	46
12. 2. Краткий перечень возможных неисправностей	47
13. Техническое обслуживание	51
14. Поверка осциллографа	52
14. 1. Операции и средства поверки	52
14. 2. Условия поверки и подготовка к ней	55
14. 3. Проведение поверки	55
14. 4. Оформление результатов поверки	63
15. Правила хранения	64
16. Транспортирование	64
16. 1. Тара, упаковка и маркирование упаковки	64
16. 2. Условия транспортирования	65
ПРИЛОЖЕНИЕ 1. Карты рабочих напряжений	67
ПРИЛОЖЕНИЕ 2. Карты импульсных напряжений	74
ПРИЛОЖЕНИЕ 3. Электрические данные точных изделий	87
ПРИЛОЖЕНИЕ 4. Схема РС цепочки для определения входной емкости	89
ПРИЛОЖЕНИЕ 5. Схемы расположения основных элементов	90
ПРИЛОЖЕНИЕ 6. Протокол поверки осциллографа	96
ПРИЛОЖЕНИЕ 7. Схемы электрические принципиальные	97
И22.002.062 ПЭЗ Усилитель Z	97
И22.002.062 Э3 Усилитель Z	97
И22.035.178 Э3 Схема электрическая принципиальная	98
И22.035.178 Э3 Усилитель Y выходной.	99
И22.035.178 ПЭЗ Схема электрическая принципиальная	99
И22.035.178 ПЭЗ Усилитель Y выходной.	99
И22.035.178 ПЭЗ Перечень элементов	100

И22.035.179 ЭЗ	Усилитель У предварительный. Схема электрическая принципиальная.	
И22.035.179 ПЭЗ	Усилитель У предварительный. Перечень элементов	101
И22.044.071 ЭЗ	Осциллограф универсальный С1-77. Схема электрическая принципиальная.	
И22.044.071 ПЭЗ	Осциллограф универсальный С1-77. Перечень элементов	104
И22.051.006 ЭЗ	Усилитель Х и калибратор. Схема электрическая принципиальная.	
И22.051.006 ПЭЗ	Усилитель Х и калибратор. Перечень элементов	107
И22.727.073 ЭЗ	Аттенюатор. Схема электрическая принципиальная.	
И22.727.073 ПЭЗ	Аттенюатор. Перечень элементов	109
атд3.215.002 ЭЗ	Выпрямитель. Схема электрическая принципиальная	110
атд3.215.002 ПЭЗ	Выпрямитель. Перечень элементов	111
И23.233.089 ЭЗ	Стабилизатор. Схема электрическая принципиальная	112
И23.233.089 ПЭЗ	Стабилизатор. Перечень элементов	113
И23.233.090 ЭЗ	Стабилизатор. Схема электрическая принципиальная.	
И23.233.090 ПЭЗ	Стабилизатор. Перечень элементов	114
И23.263.026 ЭЗ	Генератор развертки. Схема электрическая принципиальная.	
И23.263.026 ПЭЗ	Генератор развертки. Перечень элементов	115
И22.727.074 ЭЗ	Делитель 1 : 10. Схема электрическая принципиальная	118
И22.727.074 ПЭЗ	Делитель 1 : 10. Перечень элементов	118

ПРИЛОЖЕНИЕ 8.

И22.035.179 ЭЗ	Схема электрическая принципиальная.
И22.044.071 ЭЗ	Схема электрическая принципиальная.

ПРИЛОЖЕНИЕ 9.

И22.727.073 ЭЗ	Схема электрическая принципиальная.
И22.051.006 ЭЗ	Схема электрическая принципиальная.

ПРИЛОЖЕНИЕ 10.

И23.233.090 ЭЗ	Схема электрическая принципиальная.
И23.263.026 ЭЗ	Схема электрическая принципиальная.

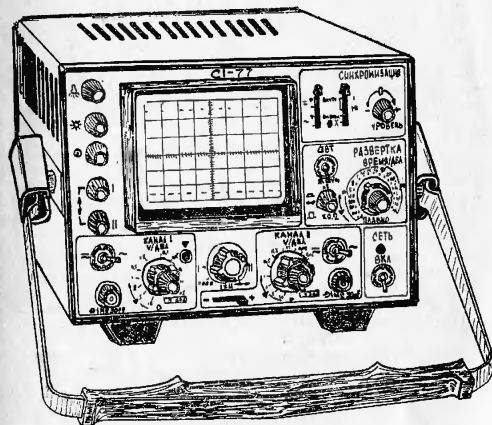


Рис. 1. Общий вид осциллографа.

1. ВВЕДЕНИЕ

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

Осциллограф является сложным современным электронным устройством, обеспечивающим сравнительно высокую точность измерений и удобство в работе.

Ремонт осциллографа должен производиться только лицами, имеющими специальную подготовку, ознакомленными с устройством и принципом работы, в специально оборудованных мастерских. Схемы электрические принципиальные приведены в приложении.

В осциллографе имеются напряжения, опасные для жизни, поэтому перед вскрытием и ремонтом его следует обязательно ознакомиться с указаниями мер безопасности, изложенными в разделе 7.

Безотказная работа осциллографа обеспечивается регулярным техническим обслуживанием. Виды и периодичность работ по техническому обслуживанию изложены в разделе 13.

Для исключения возможности механических повреждений осциллографа, нарушения целостности гальванических и лакокрасочных покрытий следует соблюдать правила хранения и транспортирования, изложенные в разделах 15, 16.

Электрические принципиальные схемы и перечни элементов к ним, как приложение к техническому описанию, может издаваться отдельным альбомом.

В техническом описании применены следующие сокращения:

- ЛЗ — линия задержки;
- ЭЛТ — электронно-лучевая трубка;
- ЗИП — запасное имущество и принадлежности;
- ТО — техническое описание.

2. НАЗНАЧЕНИЕ

Универсальный осциллограф С1-77 (в дальнейшем — осциллограф) предназначен для исследования формы электрических сигналов путем визуального наблюдения в диапазоне частот от 0 до 10 МГц, измерения размахов в диапазоне от 0,01 до 200 В и временных интервалов от $0,1 \cdot 10^{-6}$ до 0,4 с.

Наличие двух каналов вертикального отклонения обеспечивает одновременное исследование двух сигналов на одной развертке.

Рабочие условия эксплуатации следующие:
температура воздуха от минус 30 °С до плюс 50 °С;
относительная влажность до 98 % при температуре +35 °С;
питающее напряжение:

от сети переменного тока (220±22) В частотой (50±60) Гц и содержанием гармоник до 5 %;

от сети переменного тока (115±5,75) В и (220±11) В частотой (400±12) Гц и содержанием гармоник до 5 %;

от источника постоянного тока (24±2,4) В.

Осциллограф предназначен для использования при разработке, настройке и регулировке радиоэлектронной аппаратуры в лабораторных, цеховых и полевых условиях.

3. ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

- 3.1. Рабочая часть экрана осциллографа: 80 мм или 8 делений (цена деления 10 мм) по горизонтали; 60 мм или 6 делений (цена деления 10 мм) по вертикали.
- 3.2. Ширина линии луча, определяемая размытостью и расфокусировкой, не превышает:
 - в центральной зоне (зона А), ограниченной прямоугольником со сторонами, отстоящим от центра в направлении осей на 3/8 размера рабочей части экрана, горизонтальной линии — 0,7 мм, вертикальной линии — 0,5 мм;
 - на краях рабочей части (зона Б) за пределами зоны А горизонтальной линии — 0,9 мм, вертикальной линии — 0,7 мм.
- 3.3. Минимальная частота следования развертки, при которой обеспечивается наблюдение и измерение исследуемого сигнала на наиболее быстрой развертке, не превышает 300 Гц.
- 3.4. Яркость изображения регулируется от полного отсутствия до величины, удобной для наблюдения.
- 3.5. Коэффициенты отклонения по вертикали:
 - каждого канала вертикального отклонения (номинальные значения): 0,005; 0,01; 0,02; 0,05; 0,1; 0,2; 0,5; 1; 2; 5; 10 В/дел. Обеспечивается возможность плавной регулировки коэффициентов отклонения с прекращением не менее 2,5;
 - минимальный при последовательном соединении каналов вертикального отклонения — 0,002 В/дел.
- 3.6. Погрешность коэффициентов отклонения при размере изображения сигнала от 2 до 6 делений по вертикали не превышает:
 - а) основная — ±4 % для каждого канала при непосредственном входе и ±10 % для минимального коэффициента отклонения при последовательном соединении каналов;
 - б) в рабочем диапазоне влияющего фактора ±8 % для каждого канала и ±12 % для минимального коэффициента отклонения при последовательном соединении каналов.
- 3.7. Время нарастания переходной характеристики каждого канала при непосредственном входе и с выносным делителем 1:10 не более 35 нс.
- 3.8. Выброс на переходной характеристике каждого канала при непосредственном входе и с выносным делителем 1:10 не более 3 %.
- 3.9. Время установления переходной характеристики каждого канала не более 100 нс.
- 3.10. Неравномерность переходной характеристики каждого из каналов не должна превышать 2 % за пределами участка установления и 2,5 % на участке установления.
- 3.11. Спад вершины переходной характеристики каждого канала при закрытом входе за время 10 мс, отсчитываемое от уровня 0,1 установившегося значения переходной характеристики, не должно превышать 10 %.
- 3.12. Полоса пропускания тракта вертикального отклонения при последовательном соединении каналов от 0 до 2 МГц при опорной частоте 1 кГц.
- 3.13. Полоса пропускания тракта вертикального отклонения со входа «ПЛАСТИНЫ» от 0 до 30 МГц при опорной частоте 100 кГц.
- 3.14. Дрейф линии развертки каждого канала вертикального отклонения после времени установления рабочего режима не должен превышать:
 - а) кратковременный — 0,5 мВ;
 - б) долговременный — 2 мВ/ч.
- 3.15. Пределы перемещения луча по вертикали должны быть не менее двух значений номинального вертикального отклонения.
- 3.16. Входное активное сопротивление каналов вертикального отклонения составляет:
 - (1±0,02) МОм с параллельной емкостью (30±3) пФ при непосредственном входе;

($1 \pm 0,02$) МОм с параллельной емкостью не более 12 пФ с выносным делителем 1:10.

Входное активное сопротивление входа «ПЛАСТИНЫ У» равно ($1 \pm 0,2$) МОм с параллельной емкостью не более 20 пФ.

3. 17. Допускаемое суммарное значение постоянного и переменного напряжения в закрытых входах каждого канала должно не превышать 300 В при непосредственном входе и 200 В с выносным делителем 1:10.

Максимальный размер исследуемого сигнала должен не превышать 60 В на непосредственном входе каждого канала вертикального отклонения и 200 В с делителем 1:10. Максимальный размах напряжения для входа внешней синхронизации должен не превышать 5 В на гнезде «1:1» и 20 В на гнезде «1:10».

3. 18. Задержка изображения сигнала в каналах вертикального отклонения обеспечивается просмотр фронта исследуемого сигнала на рабочей части развертки.

3. 19. Тракт вертикального отклонения обеспечивает следующие режимы работ:

- а) с одного первого канала (канала I);
- б) с одного второго канала (канала II);
- в) прерывистое изображение за один ход развертки (прерывисто);
- г) поочередное изображение с частотой разверток (поочередно);
- д) алгебраическое сложение сигналов от обоих каналов (1 ± 1);
- е) Тракт горизонтального отклонения обеспечивает следующие виды работ:
- а) развертку сигнала по горизонтали в автоколебательном режиме;
- б) развертку сигнала по горизонтали в жужжущем режиме;
- в) вход внешнего сигнала на усилитель горизонтального отклонения.

3. 21. Коэффициенты (номинальные значения) развертки составляют: калиброванные 0,1; 0,2; 0,5; 1; 2; 5; 10; 20; 50; 100; 200; 500; $1 \cdot 10^3$; $2 \cdot 10^3$; $5 \cdot 10^3$; $1 \cdot 10^4$; $2 \cdot 10^4$; $5 \cdot 10^4$ мкс/дел.

не калиброванные (обзорные) $0,1 \cdot 10^6$; $0,2 \cdot 10^6$ мкс/дел. Обеспечивается пятикратная растяжка развертки и возможность плавной регулировки длительностей развертки на каждом диапазоне с перекрытием не менее 2,5.

3. 22. Погрешность коэффициентов развертки при размерах изображения по горизонтали не менее 4 делений не превышает:

- а) основная $\pm 4 \%$, при использовании пятикратной растяжки $\pm 6 \%$;
- б) в рабочем диапазоне влияющего фактора $\pm 8 \%$, при использовании пятикратной растяжки $\pm 10 \%$.

3. 23. Перемещение луча по горизонтали должно обеспечивать совмещение начала и конца рабочей части развертки с центром экрана.

Примечание. Рабочей частью развертки с множителем «X1» является участок, длиной 8 делений от начала, за исключением начального участка длиной l в делениях, равной

$$l = 0,2 + \frac{2}{K \cdot 100}, \quad (1)$$

где K — коэффициент развертки, мкс/дел.

Рабочей частью развертки с множителем «X0,2» является участок, соответствующий 8 делениям от начала с множителем «X1», за исключением начального участка длиной l в делениях, равной

$$l = 0,2 + \frac{3}{K \cdot 20}, \quad (2)$$

где K — коэффициент развертки, мкс/дел (без учета умножения на 0,2).

3. 24. Минимальный коэффициент отклонения канала горизонтального отклонения при калиброванной развертке составляет не более 1 В/дел.

Максимальный размах напряжения исследуемого сигнала на входе тракта горизонтального отклонения не превышает 8 В.

3. 25. Полоса пропускания тракта горизонтального отклонения от 0 до 1 МГц при опорной частоте 1 кГц.

3. 26. Входное активное сопротивление входа внешней синхронизации и входа на усилитель горизонтального отклонения равно:

50 кОм с параллельной емкостью не более 30 пФ для входов «1:1» внешней синхронизации и усилителя горизонтального отклонения;

750 кОм с параллельной емкостью не более 15 пФ для входа внешней синхронизации «1:10».

3. 27. Внутренняя синхронизация развертки осуществляется синусоидальными сигналами в диапазоне частот от 10 до $10 \cdot 10^6$ Гц и импульсными сигналами любой полярности длительностью от $1 \cdot 10^{-7}$ до 1 с при вертикальном размере изображения от 0,5 до 6 делений.

Нестабильность синхронизации не должна превышать 0,1 деления.

3. 28. Внешняя синхронизация развертки осуществляется синусоидальными сигналами в диапазоне частот от $10 \cdot 10^{-6}$ до 10 МГц и импульсными сигналами обеих полярностей длительностью от $1 \cdot 10^{-7}$ до 1 с, размахом напряжения от 0,5 до 5 В с гнезда «1:1», от 5 до 20 В с гнезда «1:10».

Нестабильность синхронизации не должна превышать 0,1 деления.

3. 29. Внутренний источник калиброванного напряжения вырабатывает П-образные импульсы с частотой повторения 1 кГц и амплитудой 1 В.

Погрешность амплитуды и частоты импульсов калибратора не превышает:

- а) основная $\pm 2 \%$;
- б) в рабочем диапазоне влияющего фактора $\pm 3 \%$.

3. 30. Размах пидобразного напряжения на гнезде «ON» составляет не менее 5 В на нагрузке не менее 20 кОм с параллельной емкостью не более 20 пФ.

3. 31. Модуляция яркости луча обеспечивается при подаче на гнездо «Z» сигнала обеих полярностей амплитудой от 2 до 20 В в диапазоне частот 20 до $2 \cdot 10^6$ Гц.

3. 32. Освещение шкалы регулируется от полного отсутствия до величины, удобной для наблюдения.

3. 33. Электрическая изоляция цепи питания между входом сетевого кабеля и корпусом осциллографа выдерживает в течение 1 мин. без пробоя действие испытательного напряжения переменного тока частотой 50 Гц, действующее значение которого составляет:

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

Сопротивление изоляции указанной цепи осциллографа относительно корпуса — не менее:

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

3. 34. Время установления рабочего режима осциллографа не должно превышать 15 мин.

3. 35. Осциллограф допускает непрерывную работу в рабочих условиях в течение времени 16 ч.

3. 36. Осциллограф может питаться:

- а) от сети переменного тока напряжением (220 ± 22) В частотой 50—60 Гц и содержанием гармоник до 5% ;
- б) от сети переменного тока напряжением $(115 \pm 5,75)$ В и (220 ± 11) В частотой (400 ± 12) Гц и содержанием гармоник до 5% ;

в) от источника постоянного тока напряжением $(24 \pm 2,4)$ В.

3. 37. Мощность, потребляемая осциллографом от сети переменного тока при номинальном напряжении, не превышает 50 В·А.

Ток, потребляемый от источника постоянного тока при напряжении 24 В, не превышает 1,2 А.

5. 1. Принцип действия

Осциллограф, функциональная схема которого изображена на рис. 1а, содержит следующие основные функциональные узлы: осциллографический индикатор; аттенюаторы; входные каскады каналов I и II; предварительные усилители каналов I и II; диодную ключевую схему; коммутатор; линию задержки; выходной усилитель Y; схему синхронизации (входит усилитель синхронизации, формирователь синхронизации и схема автоматического управления разверткой); мультипликатор управления разверткой; генератор пилообразного напряжения; схему блокировки; усилитель горизонтального отклонения; калибратор; усилитель Z; узел питания (входит выпрямитель, стабилизатор низковольтный и высоковольтный и источники питания).

Исследуемый сигнал подается на одно из гнезд « $\odot$ 1 M Ω 30 pF» или на два гнезда одновременно. При помощи входных аттенюаторов выбирают величины сигналов, удобные для наблюдения на экране ЭЛТ.

Исследуемые сигналы усиливаются предварительными усилителями, в которых находятся элементы для балансировки («БАЛАНС I», «БАЛАНС II», смещения луча по вертикали (« $\downarrow$ ») и калибровки коэффициента отклонения « ∇ ».

Усиленные сигналы с выходов предварительных усилителей поступают через диодную ключевую схему на линию задержки (ЛЗ). С помощью коммутатора производится управление диодной ключевой схемой с целью выбора одного из режимов работы тракта вертикального отклонения:

- наблюдение формы сигнала с первого канала («I»);
- попеременное подключение сигналов с двух каналов (с частотой примерно 100 кГц) за один ход развертки («...»);
- сложение (вычитание) сигналов от обоих каналов («I $\pm$ II»);
- попеременное включение каналов с частотой следования развертки (« $\rightarrow$ ») и наблюдение сигналов со второго канала («II»).

Линия задержки (ЛЗ) предназначена для задержки исследуемого сигнала на время, компенсирующее задержку сигнала в генераторе развертки и в канале горизонтального отклонения. Это дает возможность наблюдать передний фронт импульсов. Задержанный сигнал поступает на выходной усилитель «Y» и далее на вертикально-отклоняющие пластины ЭЛТ.

Исследуемый сигнал с выхода предварительного усилителя первого канала вертикального отклонения и с выхода диодной ключевой схемы поступает на селектор синхронизации, который осуществляет выбор источника синхронизации «ВНУТР. I», «ВНУТР. II», «ВНЕШ.» и вид связи с источником синхронизации (открытый, закрытый).

Для периодической проверки коэффициента отклонения каналов вертикального отклонения луча и проверки калибровки длительности развертки служат

3. 38. Нароботка на отказ — не менее 2500 ч.
 3. 39. Габаритные размеры осциллографа — не более 275×182×440 мм.
 по Каркасу 255×160×360 мм.
 Габаритные размеры осциллографа с укладочным ящиком не более 281×547×441 мм.
 Габаритные размеры тарного ящика для осциллографа с укладочным ящиком не более 692×417×543 мм.
 Габаритные размеры осциллографа с коробкой не более 321×535×362.
 Габаритные размеры тарного ящика для осциллографа с коробками не более 445×505×697.
 3. 40. Масса осциллографа — не более 10 кг.
 Масса осциллографа с укладочным ящиком — не более 25 кг.
 Масса осциллографа с коробками — не более 15 кг.
 Масса осциллографа с транспортной тарой и с укладочным ящиком — не более 40 кг.
 Масса осциллографа с транспортной тарой и с коробками — не более 30 кг.
 3. 41. Средний срок службы осциллографа 10 лет.
 3. 42. Средний ресурс 10000 ч.

4. СОСТАВ ИЗДЕЛИЯ

Состав осциллографа приведен в табл. 1.

Таблица 1

Наименование	Обозначение чертежей	Кол.	Примечание
1. Осциллограф универсальный С1-77	И22.044.071	1	
2. Принадлежности:			
делитель 1 : 10	И22.727.074	2	
светофильтр	И23.900.002 Сп	1	
переход СР-50-95ФВ		1	
зажим	ЯП4.835.007	2	
кабель	И24.850.086 Сп	2	
кабель	И24.850.088 Сп	2	
провод соединительный	И24.860.008 Сп	2	
шнур соединительный	И24.860.023 Сп	1	
шнур	И24.860.037	2	
каркас	И27.804.071	1	
тубус	И28.647.003	1	
3. Запасные части:			
лампа СМН 6,3-20-2		4	
лампа ИНС-1		2	
предохранитель ВП1-1 А		5	
предохранитель ВП1-2 А		5	
предохранитель ВП1-2 А		1	

калибратор амплитуды и длительности. По сигналу калибратора осуществляется также компенсация выносного делителя напряжения 1 : 10.

Схема синхронизации усиливает исследуемый сигнал до необходимой величины и преобразует его в импульсы, запускающие генератор пилообразного напряжения, который необходим для временной развертки луча ЭЛТ. Генератор развертки может работать как в автоколебательном, так и в ждущем режиме. Схема блокировки обеспечивает работу генератора развертки в автоколебательном режиме, а также предупреждает повторный запуск при обратном ходе развертки.

Пилообразное напряжение усиливается до необходимой величины усилителем горизонтального отклонения и поступает на отклоняющие пластины ЭЛТ.

В осциллографе предусмотрена возможность подачи внешнего сигнала на горизонтально-отклоняющие пластины через усилитель горизонтального отклонения при подаче на гнездо « ΘX ».

С мультивибратора управления разверткой прямоугольные импульсы подаются на усилитель «Z», и далее на блинкующие пластины для гашения обратного хода развертки. В осциллографе предусмотрена возможность получения ярких меток при подаче внешнего сигнала на гнездо « ΘZ ».

Узел питания обеспечивает всю схему необходимыми питающими напряжениями.

5. 2. Схема электрическая принципиальная

Б. 2. 1. Тракт вертикального отклонения луча состоит из двух каналов и предназначен для усиления или ослабления исследуемых электрических сигналов до необходимой величины, обеспечивающей удобное наблюдение и исследование изображения на экране ЭЛТ, без искажения формы исследуемого сигнала. Он состоит из входной цепи, аттенюатора, предварительного усилителя I канала, предварительного усилителя II канала, коммутатора переключения каналов, линии задержки и выходного усилителя Y.

Б. 2. 2. Исследуемый сигнал подается на один из разъемов Ш1 (Ш2) (И22.044.071 33) ния на оба вместе в зависимости от режима работы.

Тумблер входа В1 (В2) в положении « $\sim$ » (открытый вход) передает сигнал на вход аттенюатора непосредственно, а в положении « $\sim$ » (закрытый вход) — через разделительный конденсатор С1 (С2).

Б. 2. 3. Аттенюатор (И22.727.073 33) представляет собой частотно-компенсированный делитель напряжения. Он имеет 11 ступеней деления с коэффициентами деления 1, 2, 4, 10, 20, 40, 100, 200, 400, 1000, 2000, выполненные на прецизионных резисторах R1—R14, номинальные величины которых подобраны так, что они дают возможность получать постоянную величину активного выходного сопротивления, равную 1 МОМ. Необходимый коэффициент деления достигается не только за счет деления напряжения в аттенюаторе, но также и за счет скачкообразного изменения коэффициента усиления усилителя посредством изменения обратной связи.

В положении аттенюатора «0,01» и «0,005» деление входного сигнала осуществляется путем изменения коэффициента усиления усилителя с обратной связью У7, Т7, Т8 (У5, Т5, Т6) (И22.035.179 33). При использовании выносного делителя 1 : 10 (И22.727.074 33) общий коэффициент деления увеличивается в 10 раз.

Для частотной компенсации, т. е. для получения одинакового коэффициента деления делителей во всей рабочей полосе частот, используются подстроечные конденсаторы С5, С7, С15, С18. Конденсатор С11 служит для частотной компенсации делителей при последовательном включении двух звеньев делителя.

Для получения одинаковой входной емкости во всех положениях переключателя «У/ДЕЛ.» используются подстроечные конденсаторы С1, С2, С13, С16.

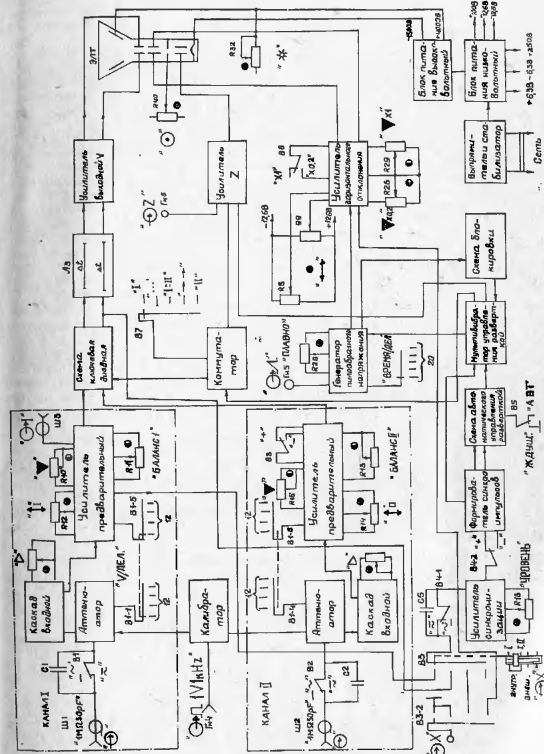


Рис. 5. Функциональная схема осциллографа

Входное сопротивление аттенуатора 1 МОм зашунтировано емкостью порядка 30 пФ, которая складывается из входной емкости усилителя вертикального отклонения, аттенуатора и паразитной емкости монтажа.

5. 2. 4. С выхода аттенуатора исследуемый сигнал поступает на входной каскад предварительного усилителя вертикального отклонения луча (И22.035.179 Э3).

Для обеспечения большого входного сопротивления и малой входной емкости входной каскад усилителя вертикального отклонения выполнен по схеме истокового повторителя на полевых транзисторах Т1, Т2 (Т3, Т4). В цепи затвора транзистора Т1 (Т3) установлена цепочка R12, С20 (И22.727.073 Э3), которая ограничивает ток затвора и вместе с диодами диодной сборки микросхемы У1 (У2) создает защиту затвора транзистора от перегрузки. Режим диодов выбран так, что при подаче на вход напряжения больше допустимого для полевого транзистора диоды открываются и ограничивают дальнейшее повышение напряжения.

Выбранная схема симметричного входного каскада предварительного усилителя вертикального отклонения менее критична к нестабильности источников питания, хорошо балансируется и имеет малую величину дрейфа. В связи с тем, что крутизна характеристики полевого транзистора сравнительно мала, то выходное сопротивление такого каскада высокое. Поэтому после истокового повторителя включены эмиттерные повторители, собранные на микросхеме У3 (У4). Исследуемый сигнал через эмиттерный повторитель на микросхеме У3 (У4) поступает на п-р-п, п-р-п каскад, собранный на микросхеме У7 (У5) и транзисторах Т7, Т8 (Т5, Т6). Резистором R15 (И22.727.073 Э3), ось которого выведена на переднюю панель осциллографа (на одной оси с переключателем «V/ДЕЛ»), производится плавное изменение (уменьшение) коэффициента усиления усилителя.

Коэффициент усиления п-р-п, п-р-п каскада определяется соотношением сопротивлений резисторов R40, R41 (R34, R35) и R14, R13 (И22.727.073 Э3); включаемых между эмиттерами микросхем У7 (У5) с помощью переключателя аттенуатора В-5 (И22.727.073 Э3) в положениях «0,005» и «0,01». В остальных положениях аттенуатора эмиттерная связь отсутствует и усиление каскада равно единице.

Балансировка усилителя вертикального отклонения производится потенциометрами R11 (R13) (И22.044.071 Э3). Потенциометрами R12 (R14) (И22.044.071 Э3) осуществляется перемещение луча по вертикали путем изменения в небольших пределах коллекторных токов транзисторов микросхем У7 (У5).

Исследуемый сигнал с коллекторов транзисторов Т7, Т8 первого канала снимается на каскад усилителя синхронизации, собранного на микросхеме У6, обеспечивая внутреннюю синхронизацию только от канала I. Кроме того, с коллектора транзистора Т7 исследуемый сигнал через эмиттерный повторитель, собранный на транзисторе Т9, поступает на разъем ШЗ «» (И22.044.071 Э3).

Второй каскад усиления тракта вертикального отклонения луча построен по балансной симметричной схеме на микросхеме (транзисторной сборке) У10 (У9). В цепь эмиттеров транзисторов микросхемы У10 (У9) (выводы 4, 6) включены последовательно резисторы R10 (R15), (И22.044.071 Э3) и R71 (R62) (И22.035.179 Э3). При помощи резистора R10 (R15) «», ось которого выведена на переднюю панель осциллографа, осуществляется калибровка коэффициента усиления усилителя вертикального отклонения.

Переключатель полярности В8 (И22.044.071 Э3), включенный во II канале между коллекторами транзисторов Т5, Т6 и базами транзисторов микросхем У9 (выводы 28, 29), осуществляет инвертирование сигнала, поступающего на вход канала II.

С выхода второго каскада усиления исследуемый сигнал через диодную ключевую схему У12 (У11), эмиттерный повторитель на микросхеме У14 и линию задержки ЛЗ (И22.044.071 Э3) поступает на входной каскад оконечного усилителя (И22.035.178 Э3).

Линия задержки обеспечивает возможность наблюдения переднего фронта импульсов путем создания в тракте вертикального отклонения задержки исследуемого сигнала на время, которое затрачивается схемой синхронизации и генератором развертки до начала образования рабочего хода развертки. Конструктивно линия задержки представляет собой двухпроводный коаксиальный кабель с симметричной, встречной намоткой с волновым сопротивлением 200 Ом и обеспечивает задержку исследуемого сигнала на время порядка 150 нс.

Режим работы каналов вертикального отклонения устанавливается переключателем В7 (И22.044.071 Э3). 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.

В положении «I±II» на выходной усилитель поступают сигналы с обоих каналов одновременно. Коммутация выходов вертикальных предварительных усилителей осуществляется диодными ключевыми схемами У12 (У11), которые, в свою очередь, в одноканальном режиме управляют переключателем В7 (И22.044.071 Э3), а в двухканальном режиме — коммутирующим мультивибратором на микросхеме У8. Работа осуществляется следующим образом.

Положение «I». В этом положении переключателя В7 (И22.044.071 Э3) напряжение минус 6,3 В подается через резистор R47, эмиттерный повторитель, собранный на микросхеме У13, на выводы 4, 6 микросхем У12 первого канала. Диоды, подключенные к выводам 4 и 6 микросхем У12, закрываются, а диоды, включенные в цепь прохождения исследуемого сигнала (выводы 1, 2, 7, 8), открываются и пропускают исследуемый сигнал через эмиттерный повторитель У14 на выходной усилитель.

Положение «II». В этом положении диоды микросхем У11 (выводы 4, 6) закрываются напряжением минус 6,3 В, которое подается через резистор R79 и эмиттерный повторитель У13. Диодный ключ канала II, включенный в цепь прохождения исследуемого сигнала (выводы 1, 2, 7, 8 микросхем У11), открывается и пропускает исследуемый сигнал через эмиттерный повторитель У14 на выходной усилитель.

Положение «...». В этом положении переключателя В7 (И22.044.071 Э3) коммутирующий мультивибратор, собранный на микросхеме У8, работает в автоколебательном режиме, генерируя импульсы частотой порядка 100 кГц.

В режиме «...» прямоугольный импульс с мультивибратора У8, через эмиттерный повторитель У13, поступает на дифференцирующие цепочки С29, R82 и С30, R85. Продифференцированный импульс положительной полярности управляет работой усилителя гасящего импульса коммутатора У15, который формирует импульс для усилителя Z, с помощью которого гасится переход луча от уровня канала I к уровню канала II.

Положение «». В этом положении переключателя В7 (И22.044.071 Э3) напряжение минус 6,3 В подается через резисторы R70, R72 на базы транзисторов мультивибратора У8, переводя его в режим триггера. Запуск триггера осуществляется импульсами, поступающими от генератора развертки через конденсатор С28.

С эмиттера микросхем У14 (вывод 4) исследуемый сигнал снимается на каскад усилителя синхронизации, собранного на транзисторе Т10. С коллектора транзистора Т10 сигнал в зависимости от положения переключателя В3-3

(И22.044.071 93) поступает на схему синхронизации, обеспечивая синхронизацию от I или от II канала.

5, 2. 5. Входной каскад оконечного усилителя (И22.035.178 93) выполнен по схеме с общей базой на микросхеме У1. Его входное сопротивление — минимальное и поэтому согласование линии задержки со стороны выхода определяется резисторами R3 и R4. Кроме хорошего согласования, каскад на микросхеме У1 позволяет получить усиление по напряжению. Переменный резистор R7 предназначен для выравнивания потенциалов коллекторов транзисторов микросхемы У1 (выводы 2, 8).

С выхода каскада с общей базой сигнал поступает на эмиттерный повторитель, собранный на микросхеме У2, а затем на выходной каскад.

Выходной каскад усилителя вертикального отклонения луча выполнен по схеме с общим эмиттером на транзисторах Т1 и Т2. Для коррекции частотной характеристики применяется обратная связь по току (R14, R21, C3, C5).

Цепочка C6, R22 является фильтром в цепи +100 В.

С коллекторов транзисторов Т1, Т2 усиленный исследуемый сигнал подается на переключатель отклоняющие пластины ЭЛТ.

5. 2. 6. Тракт горизонтального отклонения луча (И23.263.026 93; И22.051.006 93) содержит:

- селектор синхронизации;
- схему синхронизации;
- мультипликатор управления разверткой;
- генератор пилообразного напряжения;
- схему блокировки;
- усилитель горизонтального отклонения.

Селектор синхронизации служит для выбора вида синхронизации. Селектор состоит из переключателя В3 (И22.044.071 93), с помощью которого производится выбор вида синхронизации:

- «ВНУТР. I» — внутренняя от первого канала;
- «ВНУТР. II» — внутренняя от первого и второго каналов;
- «ВНПШ» — внешняя;

«**ОХ**» — внешний вход усилителя горизонтального отклонения.

Схема синхронизации состоит из усилителя-формирователя прямоугольных импульсов, усилителя-формирователя остроконечных импульсов и схемы автоматического управления режимом работы генератора.

Сигнал синхронизации непосредственно или через конденсатор С5 (И22.044.071 93), в зависимости от положения переключателя В4, поступает на усилитель синхронизации, собранный на транзисторах различной проводимости Т1 и Т2 (И23.263.026 93), с отрицательной последовательной обратной связью по напряжению. Цепь отрицательной обратной связи образует цепочка R1 и R6, которая определяет глубину обратной связи. Конденсатор С1 предназначен для коррекции амплитудно-частотной характеристики усилителя синхронизации на верхних частотах.

В базовую цепь транзистора Т1 усилителя синхронизации включены диоды микросхемы У1, предохраняющие усилитель от перегрузок. С выхода усилителя синхронизации (9) сигнал через переключатель полярности синхронизации В4-2 (И22.044.071 93) поступает на формирователь прямоугольных импульсов. Этот формирователь содержит дифференциальный каскад на микросхеме У2 (И23.263.026 93), нагрузкой которого является туннельный диод Д1. При изменении тока через правый по схеме транзистор микросхемы У2 с помощью ручки «УРОВЕНЬ» происходит смещение рабочей точки на характеристике туннельного диода Д1. Это приводит к тому, что уровень напряжения на туннельном диоде может мгновенно изменяться на любом уровне синхронизирующего сигнала.

С выхода формирователя прямоугольных импульсов сигнал поступает на усилитель-формирователь остроконечных импульсов, собранный на транзисторе Т3 по схеме с общим эмиттером. В коллекторную цепь транзистора Т3 включен высокоомный дифференцирующий импульсный трансформатор Тр1. С помощью этого трансформатора прямоугольные импульсы, поступающие на базу транзистора Т3, преобразуются в остроконечные импульсы амплитудой 0,6–0,8 В, которые через диод Д3 подаются на запуск мультипликатора управления разверткой.

Импульсы с эмиттера транзистора Т3 поступают на схему автоматического управления режимом работы генератора, которая состоит из дифференцирующего каскада на транзисторе Т4, ждущего мультипликатора на микросхеме У4 и компаратора на микросхеме У3. Схема автоматического управления работает таким образом, что если на входе отсутствует синхронизирующий сигнал, напряжение на выходе компаратора (вывод 5 микросхемы У3) имеет высокий уровень. Поэтому генератор развертки, управляемый этим напряжением, работает в автоколебательном режиме и линия развертки видна на экране. Если на входе присутствует синхронизирующий сигнал, напряжение на выходе компаратора принимает свой низкий уровень, в результате чего генератор переходит в ждущий режим.

Остроконечные импульсы положительной полярности с коллектора транзистора Т4 через диод Д2 поступают на запуск ждущего мультипликатора У4.

В исходном состоянии левый по схеме транзистор микросхемы У4 закрыт и напряжение на его коллекторе равно напряжению источника питания. Первый синхронизирующий импульс переводит мультипликатор во второе неустойчивое состояние. Напряжение на коллекторе левого транзистора микросхемы У4 мгновенно уменьшается и становится меньше опорного напряжения на компараторе (вывод 9 микросхемы У3). Напряжение на выходе компаратора мгновенно уменьшается и переводит генератор в ждущий режим.

С отпиранием левого по схеме транзистора начинается разряд конденсатора С11 и связанная с этим падением напряжения на базе первого транзистора. В момент, когда напряжение между базой и эмиттером правого транзистора достигнет порогового значения, правый транзистор отпирается и возникает регенеративный процесс обратного опрощивания. Когда напряжение на ГИЗ достигает уровня примерно 6 В, срабатывает компаратор и генератор возвращается в автоколебательный режим. Если до этого момента на входе мультипликатора окажется синхронизирующий импульс, мультипликатор возвратится в свое неустойчивое состояние. Таким образом, синхронизирующие импульсы, воздействуя на мультипликатор, поддерживают ждущий режим работы генератора.

В осциллографе предусрежден ждущий режим работы генератора, независимо от наличия синхронизирующего сигнала. В этом режиме резистор R26 через переключатель В5 (И22.044.071 93) подсоединяется к земляной шине, в результате чего напряжение на входе компаратора (вывод 10 микросхемы У3) всегда меньше опорного напряжения. Поэтому напряжение на выходе компаратора соответствует уровню ждущего режима генератора развертки.

Мультипликатор управления разверткой представляет собой сочетание туннельного диода Д4 (И23.263.026 93) с усилителем по схеме с общим эмиттером на транзисторе Т5. Туннельный диод Д4 через резистор R46 включен в цепь эмиттера транзистора микросхемы У5 (выводы 6, 7, 8).

В исходном состоянии рабочая точка туннельного диода Д4 выбирается так, что транзистор Т5 закрыт. Импульсы положительной полярности, поступающие из канала синхронизации, переводят туннельный диод Д4 во второе устойчивое состояние. При этом транзистор Т5 открывается, потенциал на его коллекторе понижается и вырабатывается отрицательный управляющий импульс, который управляет работой транзисторного ключа У7-1 и также через эмиттерный повторитель Т6 поступает на схему блокировки.

Генератор пилообразного напряжения выполнен по схеме с емкостной положительной обратной связью (интегратор Миллера), который состоит из усилителя постоянного тока (транзистор Т8, микросхема У8), транзисторного ключа У7-1 и цепи обратной связи С6—С16, R19—R24, R27, R30 (И22.044.071 Э3).

В исходном состоянии транзисторный ключ У7-1 открыт. Времязадающий конденсатор цепи обратной связи замкнутирован его низким сопротивлением. Отрицательный импульс с выхода мультимплицатора управления (коллектор транзистора Т5) закрывает транзистор У7-1 и времязадающий конденсатор начинает заряжаться по линейному закону от источника минус 12,6 В. Процесс заряда создает рабочий ход развертки. Времязадающие конденсаторы и резисторы выбираются переключателями В9 (И22.044.071 Э3).

Схема блокировки и возвращения в исходное состояние предохраняет генератор развертки от повторного запуска в течение обратного хода и времени восстановления всей схемы генератора развертки, а также задает амплитуду выходного пилообразного напряжения.

Схема блокировки состоит из порогового устройства, собранного на тунельном диоде Д6 и транзистора Т7, и времязадающей цепи R56, С16 (И23.263.026 Э3), С17—С23 (И23.044.071 Э3).

При достижении определенной амплитуды (примерно 6 В) пилообразного напряжения на выходе интегратора напряжение на выходе порогового устройства резко уменьшается. Один из блокировочных конденсаторов разряжается. Отрицательный скачок напряжения прикладывается к базе эмиттерного повторителя (выход 6 микросхемы У5) и переполняет тунельный диод Д6 в низковольтное состояние. При этом транзистор Т5 закрывается, напряжение на его коллекторе возрастает и открывает транзистор У7-1. Начинается обратный ход развертки, т. е. разряд одного из времязадающих конденсаторов.

По окончании обратного хода развертки один из блокировочных конденсаторов начинает заряжаться через резистор R56 до уровня напряжения, соответствующего состоянию компаратора схемы автоматического управления режимом работы генератора.

Постоянная времени R56 и каждого из блокировочных конденсаторов С17—С23 (И22.044.071 Э3) такова, что за время обратного хода развертки и небольшого промежутка времени после окончания обратного хода тунельный диод Д6 (И23.263.026 Э3) находится в таком состоянии, что положительные запуски схемы синхронизации с выхода схемы синхронизации не могут переключить его. Когда напряжение на блокировочном конденсаторе при заряде достигает уровня, определяемого схемой автоматического управления режимом работы генератора, заряд блокировочного конденсатора прекращается. После этого влияние блокировки устраняется и мультимплицатор управления разверткой запускается с выхода схемы синхронизации.

5. 2. 7. Усилитель X (И22.051.006 Э3) предназначен для усиления пилообразного напряжения до необходимой величины. Усилитель выполнен по балансной схеме. Усиливаемое пилообразное напряжение через нормально замкнутые контакты реле Р1 поступает на вход усилительного каскада на транзисторе Т1, включенного по схеме с общим эмиттером и охлажденного отрицательной обратной связью. С выхода эмиттерного повторителя усиливаемый сигнал поступает на балансный фазоинверсный каскад с эмиттерной связью на транзисторах Т2, Т3, на выходе которого образуется пилообразное напряжение обеих полярностей. С выхода фазоинвертора сигнал через ограничивающие диоды Д1—Д4 поступает на предоконечный каскад на транзисторах Т4, Т5, включенных по схеме с общим коллектором. С выхода этого каскада пилообразное напряжение поступает на вход оконечного каскада на транзисторах Т6, Т7, включенных по схеме с общим эмиттером. Конденсаторами С8, С9 производится корректировка частотной характеристики усилителя. С выхода оконечного усилителя противофазное напряжение подается на горизонтально-отклоняющие пластины ЭЛТ.

5. 2. 8. Калибратор амплитуды и длительности (И22.051.006 Э3) служит для калибровки коэффициента отклонения каналов I и II тракта вертикального отклонения луча и калибровки длительности развертки.

Схема калибратора собрана на микросхеме операционного усилителя X2 типа 140ХД2 и представляет собой релаксационный генератор прямоугольных импульсов. Генератор содержит времязадающую цепь отрицательной обратной связи R26, С10 и реальный делитель R27—R29 в цепи положительной обратной связи. Генератор работает в результате перезаряда времязадающего конденсатора С10 между двумя уровнями напряжения, определенными резистивным делителем R27—R29.

Резистор R30 и стабилитрон Д2 образуют параметрический стабилизатор, работающий в режиме переключения. Параллельно стабилизатору подключен резистивный делитель R31, R32 и R17, R18 (И22.044.071 Э3), определяющий амплитуду выходных импульсов.

5. 2. 9. Усилитель Z (И22.002.062 Э3) представляет собой схему формирования импульса гашения луча ЭЛТ.

Усилитель собран по схеме с общей базой на транзисторе Т2. На транзисторах Т1 и Т3 собраны эмиттерные повторители.

Во время прямого хода луча импульс мультимплицатора управления разверткой (транзистор Т5 (И23.263.026 Э3)) через эмиттерный повторитель, Т6 (И23.263.026 Э3) подается на эмиттер транзистора Т2 усилителя Z, где формируется отрицательный импульс, который через эмиттерный повторитель подается на блокирующую пластину ЭЛТ, которая блокирующая пластина подключена к делителю напряжения R1, R2. При выравнивании напряжений на блокирующих пластинах луч находится в пределах экрана, что соответствует прямому ходу развертки.

На эмиттер транзистора Т2 одновременно с импульсом прямого хода развертки подается импульс с коммутатора для гашения луча от уровня канала I к уровню канала II в режиме «...». Гнездо « $\ominus Z$ » (И22.044.071 Э3) служит для подачи внешнего сигнала при измерении фаз, периода, частоты.

5. 2. 10. Блок питания обеспечивает питающими напряжениями схему осциллографа.

Электрические данные источников питания приведены в табл. 2.

Таблица 2

Номинальное напряжение, В	Ток нагрузки, мА	Напряжение пульсаций, мВ	Примечание
+6,3	160	5	Под потенциалом минус 1600 В
—6,3	175	5	
+12,6	70	10	
—12,6	70	10	
+100	60	50	
+250	0,5	1000	
—1500	1	400	
+4000	0,05	3000	
~6,3	300		

Напряжение сети через понижающий трансформатор поступает на выпрямитель, выполненный по двухполупериодной схеме со средней точкой на диодах Д2,

ДЗ (И22.044.071 Э3). Выпрямленное напряжение фильтруется емкостным фильтром — конденсаторы С24, С25. Напряжение постоянного тока в пределах от 21,6 до 26,4 В подается на первичный стабилизатор напряжения И23.233.090 Э3, в котором Т1 (И22.044.071 Э3) — регулирующий транзистор, Т2 (И22.044.071 Э3), У1-1 — составные транзисторы, У1-2 — усилитель напряжения обратной связи. Опорное напряжение стабилизатора снимается со стабилизатора Д3.

На выходе стабилизатора напряжение в пределах от 18 до 19 В устанавливается резистором R5.

Конденсатор С1 служит для устранения самовозбуждения стабилизатора.

При увеличении напряжения питающей сети напряжение на выходе стабилизатора начинает увеличиваться. При этом возрастает положительный потенциал на базе транзистора У1-2 и он частично открывается. Ток его коллектора возрастает, уменьшается базовый ток транзистора У1-1 и он, а также транзисторы Т1, Т2 (И22.044.071 Э3) закрываются. Падение напряжения между коллектором и эмиттером транзисторов Т1, Т2 (И22.044.071 Э3), У1-1 возрастает, оставляя неизменным выходное напряжение стабилизатора. Схема работает аналогично при уменьшении входного напряжения питающей сети, а также изменении тока нагрузки стабилизатора.

Стабилизированном напряжением +18 В питаются два усилителя мощности и параметрический стабилизатор.

Параметрический стабилизатор выполнен на резисторе R7 и стабилитроне Д4. Напряжение, снимаемое со стабилизатора Д4, питает задающий генератор, выполненный по схеме мультитриггера на транзисторах Т1, Т2, конденсаторах С8, С10, резисторах R8, R10, R12, R14. Нагрузкой мультитриггера являются трансформатор Tr2, с которого снимаются напряжения прямоугольной формы, частотой (9±1) кГц.

Усилители мощности выполнены на транзисторах У1-3, У1-4, трансформаторе Tr1 и транзисторах Т3, Т4 и трансформаторе Tr2 (И22.044.071 Э3). Рабочая частота их (9±1) кГц. С трансформаторов Tr1, Tr2 снимается ряд напряжений прямоугольной формы.

Напряжение, снимаемое с отводов 9, 10, 11 трансформатора Tr1, подводится на выпрямители, выполненные по двухполупериодной схеме со средней точкой на микросхеме У2. Фильтрация выпрямленных напряжений осуществляется емкостными фильтрами — конденсаторы С11, С12 (И23.233.090 Э3). Оффильтрованные напряжения подаются на стабилизаторы +12,6 В и минус 12,6 В, собранные на плате У9 (И23.233.089 Э3). Стабилизаторы +12,6 В и минус 12,6 В выполнены по схеме, описанной выше.

Напряжение, снимаемое с отводов 1, 3, 4 трансформатора Tr2 (И22.044.071 Э3), подводится на выпрямители, выполненные по одно- и двухполупериодной схеме на диодах Д5—Д7 (И22.044.071 Э3). Выпрямленные напряжения фильтруются емкостным и П-образным фильтром — конденсаторы С29, С32, С33 и дроссель Д1 (И22.044.071 Э3). На выходе выпрямителей напряжение равно +100 и +250 В.

Напряжение, снимаемое с отводов 7, 8, и 9, 10 трансформатора Tr2 (И22.044.071 Э3), подводится на выпрямители, выполненные по мостовой схеме на микросхемах У3, У4. Фильтрация выпрямленных напряжений осуществляется емкостными фильтрами — конденсаторы С14, С15. Оффильтрованные напряжения подаются на стабилизаторы +6,3 В и минус 6,3 В, собранные на плате У9 (И23.233.089 Э3). Стабилизаторы +6,3 В и минус 6,3 В выполнены по схеме, описанной выше.

Опорное напряжение стабилизатора минус 6,3 В снимается с параметрического стабилизатора, выполненного на стабилитроне Д1, резисторах R29, R5, R4 конденсаторе С1.

Опорным напряжением стабилизатора +6,3 В служит напряжение минус 6,3 В, которое подводится на резистор R18.

Напряжение, снимаемое с отводов 5, 6 трансформатора Tr2 (И22.044.071 Э3), подводится на высоковольтный выпрямитель атд3.215.002 Э3. Выпрямитель минус 1500 В выполнен по однополупериодной схеме с удвоенным напряжением на диодах Д2, Д4, конденсаторах С3, С4, С8.

Выпрямитель +400 В выполнен по однополупериодной схеме с упрямленным напряжением на диодах Д1, Д3, Д5—Д7 и конденсаторах С1, С2, С7, С9, С10. Выпрямленные напряжения фильтруются RC фильтрами — резисторы R2, R1, конденсаторы С5, С6, С11.

Напряжение, снимаемое с отводов 11, 12 трансформатора Tr2 (И22.044.071 Э3), питает накал электронно-лучевой трубки Л6.

5. 3. Конструкция осциллографа

5. 3. 1. Конструктивно осциллограф представляет собой настольный переносной прибор.

Каркас, в котором выполнен осциллограф, представляет собой две несущие литые рамы (переднюю и заднюю), соединенные между собой стяжками. В местах крепления стяжек к передней раме установлены косынки, которые придают конструкции большую жесткость. Спереди и сзади каркас закрывается панелями, а сверху и снизу — двумя П-образными крышками, легко крепящимися к боковым стяжкам с помощью специальных замков. На нижней крышке установлены ножки-амортизаторы. Для обеспечения хорошей естественной вентиляции и облегчения теплового режима осциллографа крышки имеют перфорацию и удобства переноса осциллографа снабжен ручкой с фиксатором, которая одновременно служит подставкой, позволяющей размещать осциллограф в наклонном положении к оператору (приложение 5, рис. 3).

Конструктивно осциллограф состоит из ряда субблоков, разделенных по их функциональному назначению. Электронно-лучевая трубка (ЭЛТ) с органами управления размещена в верхней левой части осциллографа (приложение 5, рис. 5). Для защиты от магнитных полей ЭЛТ заключена в пермаалюевый экран и крепится к нему с помощью специального хомута. Экран вместе с ЭЛТ и каркасом крепится к передней панели и к задней стенке. Подсвет шкалы ЭЛТ осуществляется за счет миниатюрных ламп и световода, которые крепятся в верхней части каркаса (приложение 5, рис. 2).

Справа от ЭЛТ, в передней части осциллографа размещены плата генератора развертки и переключатель развертки. Основная часть элементов, относящихся к переключателю развертки, размещена (для удобства монтажа и ремонта) на отдельной плате, расположенной в непосредственной близости от переключателя развертки.

Плата усилителя X размещена в задней части осциллографа, справа от ЭЛТ, а плата оконечного усилителя Y — слева (приложение 5, рис. 5).

Двухканальный усилитель вертикального отклонения расположен под ЭЛТ в передней нижней части осциллографа (приложение 5, рис. 3). Усилитель конструктивно выполнен из двух боковых угольников, передней панели и перегородки, на которые укреплены все крупногабаритные узлы и элементы: плата, аттенюаторы, тумблеры и т. д.

К осциллографу усилитель крепится гайками аттенюаторов на передней панели и винтами к средней стенке и боковому крошнейгу.

Линия задержки в виде законченной конструкции крепится к левой стяжке в задней ее части (приложение 5, рис. 5).

В задней части осциллографа между средней стенкой и задней панелью размещен узел питания (приложение 5, рис. 5). Плата низковольтного стабилизатора и высоковольтный выпрямитель размещены на горизонтальном шасси. Трансформатор преобразователя, плата стабилизатора преобразователя, электролитические

конденсаторы и плата усилителя Z — на задней стенке. Силовой трансформатор и мощные диоды размещены на Г-образном кронштейне, который крепится к горизонтальному шасси и задней стенке.

Мощные транзисторы для хорошего охлаждения расположены на задней панели осциллографа, которая для необходимой теплопроводности изготовлена из 4-миллиметровой плиты. Для защиты от механического повреждения транзисторы закрываются крышкой (приложение 5, рис. 6).

На задней панели также крепятся переключатели напряжения питания, предохранители, клемма защитного заземления, гнезда входа усилителя Z , которые снабжены необходимыми надписями (приложение 5, рис. 6).

Пожки на задней панели: выбранный с учетом защиты панели от повреждения при установке осциллографа в горизонтальном положении (приложение 5, рис. 3, рис. 4).

По бокам осциллографа расположены калибровочные органы управления, контрольные гнезда, гнезда входа «ПЛАСТИНЫ Y », вход внешней синхронизации (приложение 5, рис. 3 и рис. 4).

Электропитание выполнено на печатных платах за исключением крупногабаритных элементов.

Для удобства доступа к элементам, расположенным под платами, некоторые платы сделаны откидными.

Элементы, находящиеся под опасным напряжением, защищены специальными крышками с предупреждающими знаками.

5. 3. 2. Расположение органов управления на передней панели осциллографа приведено на рис. 1, приложение 5.

Органы управления ЭЛТ:

ручка «» — регулирует яркость изображения;

ручка «» — регулирует четкость (фокус) изображения;

ручка «» — регулирует освещение шкалы на экране ЭЛТ.

Органы управления тракта вертикального отклонения: переключатель «У/ДЕЛ.» — устанавливает калибровочные коэффициенты отклонения каналов I и II усилителя;

ручки «» — обеспечивают плавную регулировку коэффициентов отклонения обоих каналов с перекрытием не менее чем в 2,5 раза в каждом положении переключателей «У/ДЕЛ.»;

ручки « I,  II» — регулируют положение лучей обоих каналов по вертикали;

тумблер выбора входов усилителя в положениях:

«» — на входы усилителя исследуемый сигнал поступает через разделительный конденсатор (закрытый вход);

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

потенциометр, выведенный под шлицы, «» — регулировка коэффициентов отклонения каналов;

переключатель режима работы усилителя в положениях:

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

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

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

«...» — на экране ЭЛТ наблюдаются прерывистые изображения сигналов обоих каналов, переключение каналов осуществляется с частотой 100 кГц;

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

гнезда « 1 МГц 30 ГГц» — высокочастотные гнезда для подачи исследуемых сигналов;

переключатель полярности синхронизации в положениях:

«+» — фаза сигнала не меняется;

«-» — фаза сигнала меняется на 180°.

Органы управления синхронизации:

ручка «УРОВЕНЬ» — выбирается уровень исследуемого сигнала, при котором происходит запуск развертки;

переключатель вида связи синхронизирующего сигнала в положениях:

«+», «» — развертка синхронизируется положительным перепадом запускающего сигнала с частотой следования от 10 до 10¹⁰ Гц;

«-», «» — развертка синхронизируется отрицательным перепадом запускающего сигнала с частотой следования от 10 до 10¹⁰ Гц;

«+», «» — развертка синхронизируется положительным перепадом запускающего сигнала с частотой следования от 100 до 10¹⁰ Гц (не проходит постоянная составляющая);

«-», «» — развертка синхронизируется отрицательным перепадом запускающего сигнала с частотой следования от 100 до 10¹⁰ Гц (не проходит постоянная составляющая);

Переключатель вида синхронизации в положениях:

«ВНУТР. I» — развертка синхронизируется сигналом с первого канала;

«ВНУТР. I, II» — развертка синхронизируется сигналами обоих каналов (или одного);

«ВНЕС.» — развертка синхронизируется внешним сигналом.

Органы управления разверткой:

переключатель «ВРЕМЯ/ДЕЛ.» — устанавливает калибровочный коэффициент развертки, когда ручка плавной регулировки «ПЛАВНО» установлена в крайнее правое положение;

ручка «ПЛАВНО» — обеспечивает плавную регулировку коэффициента развертки с перекрытием в 2,5 раза в каждом положении переключателя «ВРЕМЯ/ДЕЛ.»;

ручка «» — перемещает луч по горизонтали;

ручка « ×1,  ×0,2» — увеличивает скорость развертки в положениях «0,2» в 5 раз.

Тумблер режима работы генератора развертки в положениях:

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

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

Тумблер «СЕТЬ» — осуществляет включение и выключение осциллографа.

Органы управления и присоединения, расположенные на правой боковой панели осциллографа (приложение 5, рис. 4):

гнездо «I» — корпус осциллографа;

гнездо « I» — выход сигнала первого канала;

гнездо «1:1»,  «ВНЕС. СИНХР.» — вход внешней синхронизации без ослабления;

гнездо «1:10»,  «ВНЕС. СИНХР.» — вход внешней синхронизации с ослаблением сигнала в 10 раз;

гнездо «» — для подачи исследуемого сигнала непосредственно на входной усилитель X;

гнездо «» — выход пилообразного напряжения;

потенциометр, выведенный под шлиц «X1» — калибровка скорости развертки;

потенциометр, выведенный под шлиц «X0.2» — калибровка скорости развертки при растажке;

потенциометр, выведенный под шлиц «» — регулировка астигматизма;

потенциометр, выведенный под шлиц «БАЛАНС II» — балансировка второго канала усилителя вертикального отклонения;

потенциометр, выведенный под шлиц «КОРР. ЛУЧД» — совмещение линий развертки с горизонтальными линиями;

гнездо «VI k Hz» — выход сигнала калибратора.

На левой боковой панели осциллографа расположен потенциометр, выведенный под шлиц «БАЛАНС I» — балансировка первого канала усилителя вертикального отклонения.

На задней панели осциллографа расположены:

держатели предохранителей с надписью «2 А», «1 А»;

тумблер « ~ 220 В (50 Hz, 60 Hz, 400 Hz), ~ 115 В 400 Hz» для переключения осциллографа на соответствующее напряжение сети;

тумблер «=24 В, ~ 115 В, ~ 220 В» — для выбора работы осциллографа от источника постоянного напряжения или от сети переменного тока;

гнездо «» — для подачи сигнала, модулирующего луч по яркости;

гнездо «I» — корпус осциллографа;

клемма корпусная «» — для заземления корпуса осциллографа.

6. МАРКИРОВАНИЕ И ПЛОМБИРОВАНИЕ

На каждом осциллографе нанесены:

а) обозначение;

б) номер осциллографа;

в) год выпуска;

г) дополнительные надписи и обозначения, необходимые для эксплуатации.

Придаваемые к осциллографу запасные принадлежности замаркированы маркировочными бирками.

Пломбирование осциллографа осуществлено с применением пломбировочных чашек, заполненных мастикой. Укладочный ящик и тара пломбируются нанесенными пломбами.

7. ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

Сохранение работоспособности осциллографа зависит от правильной эксплуатации. Поэтому в процессе использования осциллографа должны выполняться определенные требования, к которым относятся:

- правильное включение и выключение;

выполнение профилактических работ по определенному графику;

своевременное выполнение текущего обслуживания и т. д.

Запрещается вставлять и вынимать вилку сетевого кабеля в сеть при включенном тумблере «СЕТЬ».

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

После длительного хранения в условиях повышенной влажности осциллограф перед включением выдержите в нормальных условиях в течение 6 ч.

8. УКАЗАНИЯ МЕР БЕЗОПАСНОСТИ

К работе с осциллографом должны допускаться лица, ознакомившиеся с техническим описанием и инструкцией по эксплуатации, а также прошедшие инструктаж по технике безопасности.

При работе осциллографа обязательно присоединяйте зажим защитного заземления к другим присоединениям, а отсоединяйте — после всех отсоединений.

При ремонте, регулировке запрещается производить работы, связанные с изменением монтажа при включенном питании. Следует обратить внимание на то, что даже при выключенном тумблере «СЕТЬ» он находится под напряжением. Поэтому при проведении монтажа в блоке питания, на тумблере «СЕТЬ» вынимайте вилку шнура питания.

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

Одной из основных особенностей регулировки схем высоковольтных выпрямителей является необходимость строгого соблюдения правил техники безопасности.

При регулировке блока питания запрещается подключать и отключать измерительные приборы для контроля напряжений минус 1500, +4000 В, переменного напряжения 6,3 В под потенциалом минус 1500 В при включенном осциллографе. После каждого включения перед проведением регулировочных работ (смены резисторов, конденсаторов и т. д.) необходимо разрядить разрядительные конденсаторы и высоковольтный ввод второго анода ЭПТ, т. е. напряжение на них сохраняется и после выключения осциллографа. Разряд, снятие остаточных зарядов производить путем многократного соединения их с шасси при помощи проводника с изолированным держателем.

Если требуется во время работы осциллографа произвести подстройку в высоковольтных цепях, то это можно делать только специальной технологической отверткой с изолированной ручкой. При этом необходимые регулировки должны производиться одной рукой. Вторая рука должна быть свободна и не должна касаться металлических токопроводящих частей осциллографа и измерительной аппаратуры.

По способу защиты от поражения электрическим током осциллограф относится к классу 01.

9. ПОДГОТОВКА ОСЦИЛЛОГРАФА К РАБОТЕ

9.1. Установка осциллографа на рабочем месте

Протрите осциллограф чистой сухой тряпкой перед установкой на рабочее место. Для удобства работы ручка переноса, закрепленная на боковых стяжках осциллографа, используется как подставка. Для установки ручки переноса нажмите ее одновременно в местах крепления, поверните и опустите, зафиксировав под нужным углом. Осциллограф во время работы должен быть установлен так, чтобы воздух свободно поступал и выходил из него. Вентиляционные отверстия кожуха осциллографа не должны быть закрыты другими предметами.

Помните, что осциллограф может питаться от сети напряжением 220 В частотой 50–60 Гц и 400 Гц, от сети напряжением 115 В частотой 400 Гц и от источника постоянного напряжения 24 В. Убедитесь перед включением осциллографа в соответствии положений тумблера напряжения сети и соответствии номиналов предохранителей.

Закрепите корпус осциллографа перед подключением к источнику питания.

9. 2. Подготовка к включению

9. 2. 1. Установите органы управления на передней панели в следующие положения:

ручку «» — в крайнее левое;

ручку «» — в среднее;

переключатель «V/ДЕЛ.» — «0,02»;

ручку «» — в крайнее правое;

ручки « I», « II» — в среднее;

тумблер «», «» — «»;

переключатель режима работы «I, ..., I±II: →→, II» — «→→»;

переключатель полярности «+ → —» — «+»;

переключатель «ВРЕМЯ/ДЕЛ.» — «1 mS»;

тумблер «АВТ., ЖДУЩ.» — «АВТ.»;

переключатель вида синхронизации — «ВНУТР. I, II»;

ручку «УРОВЕНЬ» — в крайнее правое;

ручку «» — в среднее, «X1»;

переключатель вида связи «», «» — «+~».

9. 2. 2. Убедитесь в наличии предохранителей на задней стенке осциллографа и в их соответствии току.

9. 2. 3. Установите тумблер « $\sim$ 220 В = 115 В = 24 В» в положение « $\sim$ 115 В», если осциллограф питается от источника постоянного тока.

9. 2. 4. Тумблер « $\sim$ 220 В, $\sim$ 115 В» переключите на соответствующее напряжение сети переменного тока. При питании осциллографа от источника постоянного напряжения положение тумблера « $\sim$ 220 В, $\sim$ 115 В» произвольное.

10. ПОРЯДОК РАБОТЫ

10. 1. Подготовка к проведению измерений

10. 1. 1. Подключите осциллограф к сети и включите тумблер «СЕТЬ». При этом должна загореться сигнальная лампочка. Прогрейте осциллограф в течение 2–3 мин. и приступите к проверке его работоспособности, балансировке и калибровке.

10. 1. 2. Переведите переключатель рода работы в положение «I».

10. 1. 3. Ручкой «» установите яркость изображения, удобную для наблюдения, а ручкой «» — одинаковую четкость изображения по всей линии развертки. При необходимости подрегулируйте астigmatизм потенциометром, выведенным под шлиц с надписью «».

В случае отсутствия линии развертки ручкой « I» вертикального перемещения выведите линию развертки на рабочую часть экрана.

Для получения лучшей контрастности изображения рекомендуется использовать систему, приводящую к осциллографу.

10. 1. 4. После 15 мин. самопрогрева осциллографа произведите балансировку усилителя Y, для чего:

а) закоротите вход усилителя на корпус;

б) установите переключатель «V/ДЕЛ.» канала I в положение «0,01»;

в) ручкой « I» установите линию развертки в центр экрана ЭЛТ;

г) переключите переключатель «V/ДЕЛ.» канала I в положение «0,005» и потенциометром «БАЛАНС I», выведенным под шлиц, установите линию развертки в центр экрана ЭЛТ;

д) аналогичные операции, указанные выше, до тех пор, пока линия развертки не перестанет перемещаться по вертикали при переключении переключателя «V/ДЕЛ.» из положения «0,01» в положение «0,005» и «0,02».

10. 1. 5. Для балансировки канала II переведите ручку выбора режима работы усилителя в положение «II». Балансировку производить аналогично п. 10. 1. 4, используя при этом органы управления, относящиеся к каналу II («V/ДЕЛ.», « II», «БАЛАНС II»).

10. 1. 6. Для калибровки коэффициента отклонения установите переключатели «V/ДЕЛ.» в положение « ∇ 5 ДЕЛ.». Ручки «» установите в крайнее правое положение. Переключатель рода работы усилителя установите в положение «I». При этом величина изображения сигнала на экране ЭЛТ должна быть равна 5 делениям. Если величина изображения сигнала не равна 5 делениям, то потенциометром « ∇ », выведенным под шлиц на передней панели, установите величину изображения по вертикали равную 5 делениям.

10. 1. 7. Калибровку коэффициента отклонения канала II произведите в положении переключателя рода работы усилителя «II» аналогично п. 10. 1. 6 с помощью потенциометра « ∇ », относящегося ко второму каналу, выведенного под шлиц на передней панели.

10. 1. 8. Установите переключатель «V/ДЕЛ.» канала I в положение «5 ДЕЛ.», а переключатель развертки в положение «1 mS». Ручку «ПЛАВНО», совмещенную с переключателем развертки, поверните вправо до упора.

Установите на экране ЭЛТ ручкой «УРОВЕНЬ» устойчивое изображение. С помощью ручки «» совместите один из фронтов импульса на начальном участке развертки с первой вертикальной линией на экране ЭЛТ. Потенциометром « ∇ X1» (правая стенка осциллографа), выведенным под шлиц, добейтесь, чтобы восьмой период совпал с последней вертикальной линией шкалы на экране ЭЛТ.

Установите нажатием на ручку «X1, X0,2» множитель в положение «X0,2». При этом один период калибровочного напряжения должен укладываться на пять делений шкалы. В случае несоответствия с помощью регулировки « ∇ X0,2» (правая стенка осциллографа) произведите калибровку.

10. 1. 9. Проверьте работоспособность тракта вертикального отклонения при прерывистом изображении. Для этого установите переключатель каналов в положение «...», переключатели «V/ДЕЛ.» обоих каналов — в положение, отличное от « ∇ 5 ДЕЛ.». Ручками « I» и « II» обоих каналов выведите две линии из

экране и установите их на расстоянии 2—4 делений. Переключатель развертки установите в положение «10 μ S» и ручкой «УРОВЕНЬ» засинхронизируйте изображение. На экране должны наблюдаться прерывистые линии развертки, образующиеся вследствие переключения каналов без переходных процессов, а количество меток на линии, длиной 8 делений шкалы, должно быть в пределах от 8 до 11.

10. 1. 10. Проверка поочередного изображения производится следующим образом.

Установите переключатель каналов в положение « $\rightarrow \rightarrow$ ». На экране должны наблюдаться две линии развертки. Переставьте переключатель развертки в положение «50 mS». Линии развертки на экране должны чередоваться.

10. 1. 11. Проверка алгебраического сложения сигналов проводится следующим образом.

Установите переключатели «V/ДЕЛ.» обоих каналов в положение « ∇ 5 ДЕЛ.», переключатель каналов — «...». На экране должны одновременно наблюдаться изображения импульсных сигналов калибратора от обоих каналов. Установите с помощью ручек плавной регулировки усиления « $\triangleright$ » величины изображений обоих сигналов, равные трем делениям, а ручками « $\updownarrow$ » переместите их в центр экрана.

Установите переключатель каналов в положение «I+II», а переключатель полярности установите в положение «+». При этом величина изображения сигнала на экране, равная сумме сигналов, должна равняться шести делениям. Установите переключатель полярности в положение «-». При этом сигналы каналов вычитаются и при одинаковых усилениях каналов, определяемых настройкой ручками « $\triangleright$ », величина изображения на экране должна равняться нулю, т. е. должна наблюдаться прямая линия.

Откалибруйте осциллограф согласно п. 10. 1. 5 и п. 10. 1. 3.

10. 1. 12. Проверка синхронизации проводится следующим образом:

а) автоколебательный режим. Установите в одном из каналов переключатель «V/ДЕЛ.» в положение, отличное от « ∇ 5 ДЕЛ.». При установке тумблера развертки в положение «АВТ.» на экране должна наблюдаться линия развертки в отсутствие синхронизирующего сигнала;

б) ждущий режим. Установите переключатель каналов в положение «I», переключатель «V/ДЕЛ.» первого канала в положение « ∇ 5 ДЕЛ.», коэффициент развертки 1 мс/дел., тумблер развертки в положение «ЖДУЩ.», переключатель вида синхронизации — в положение «ВНУТР. I». Засинхронизируйте изображение ручкой «УРОВЕНЬ». Снизьте синхронизирующий сигнал, переведя переключатель «V/ДЕЛ.» в положение «0,005»; при этом изображение на экране должно исчезнуть.

10. 1. 13. Способ подачи исследуемого сигнала на вход усилителя зависит от параметров сигнала. Подать сигнала через внешний делитель напряжения 1:10 целесообразно производить в тех случаях, если нежелательно сильно нагружать исследуемую схему емкостной нагрузкой. Кроме того, делитель 1:10 более удобный в эксплуатации. Однако, при использовании делителя 1:10 происходит ослабление исследуемого сигнала в 10 раз.

10. 1. 14. Для калибровки коэффициента отклонения, при пользовании внешним делителем напряжения 1:10, проводите следующие операции:

а) установите переключатели «V/ДЕЛ.» в положение «0,02»;

б) установите тумблеры входа усилителя Y « $\sim$, $\pm$ » в положение « $\sim$ »;

в) установите переключатель рода работы усилителя в положение «I»;

г) подайте импульс с гнезда « $\odot$ I V kHz» через делитель 1:10 на вход канала I;

д) скомпенсируйте делитель подстроечным конденсатором на делителе 1:10 так, чтобы форма импульсов была наиболее близкой к прямоугольной;

е) установите потенциометром « $\blacktriangledown$ », выведенным под шлиц на передней панели, величину изображения импульсов по вертикали, равную 5 делениям;

ж) установите переключатель рода работы усилителя в положение «II»;

з) подайте импульс с выхода калибратора через делитель 1:10 на вход канала «II»;

и) скомпенсируйте делитель аналогично подпункту д);

к) установите потенциометром второго канала « $\blacktriangledown$ », выведенным под шлиц на передней панели, величину импульсов по вертикали, равную 5 делениям.

10. 1. 15. Тумблером выбора входа « $\sim$, $\pm$ » выбирается вид связи усилителя Y с источником исследуемого сигнала.

В положении « $\sim$ » связь с источником исследуемого сигнала осуществляется по постоянному току. Этот режим может быть использован, если постоянная составляющая исследуемого сигнала соизмерима с переменной составляющей.

Если же постоянная составляющая сигнала намного превышает переменную, то целесообразно выбрать связь с источником сигнала по переменному току « $\sim$ ».

Связь по постоянному току следует применять при измерении уровня постоянного напряжения и низкочастотных сигналов.

Выбор коэффициента отклонения усилителя Y производится переключателями «V/ДЕЛ.», в зависимости от величины исследуемого сигнала и способа подачи его на вход осциллографа (через делитель 1:10 или прямой кабелю).

10. 1. 16. Для работы с осциллографом в одноканальном режиме можно использовать любой из входных каналов. Исследуемый сигнал подается на вход выбранного канала, а переключатель режима работы усилителя устанавливается в положение «I» или «II».

10. 1. 17. Для работы осциллографом в двухканальном режиме необходимо подать сигналы на вход каждого канала и установить переключатель режима работы усилителя в нужное положение двухканального режима «...» или « $\rightarrow \rightarrow$ ».

При установке переключателя режима работы усилителя в положение «...» на экране ЭЛТ наблюдаются исследуемые сигналы канала I и канала II. Переключение каналов осуществляется с частотой порядка 100 кГц. Неполный результат дает использование прерывистого режима при скоростях развертки от 0,5 mS и ниже. При более высоких скоростях развертки становятся видны моменты переключения каналов, что затрудняет наблюдение исследуемых сигналов.

В прерывистом режиме внутренняя синхронизация осуществляется при установке переключателя синхронизации в положение «I». В положении «I, II» синхронизация исследуемых сигналов 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 «1» переключателя синхронизации.

В прерывистом режиме можно исследовать два сигнала при наличии между ними временной зависимости. Если исследуемые сигналы независимы во времени, изображение исследуемого сигнала в канале II неустойчиво. Для правильного запуска развертки сигнал I должен предшествовать сигналу канала II.

При установке переключателя режима работы усилителя в положение « $\rightarrow$ » на экране ЭЛТ наблюдаются исследуемые сигналы канала I и канала II. Переключение каналов производится после каждого прямого хода развертки. В течение первого прямого хода развертки исследуемый сигнал поступает из канала I, а в течение следующего прямого хода развертки из канала II. Такой режим может быть использован во всех положениях переключателя «ВРЕМЯ/ДЕЛ», однако при низких скоростях развертки режим поочередного переключения каналов становится неудобным, что затрудняет наблюдение исследуемых сигналов. Этот режим рекомендуется использовать при скоростях развертки 0,5 нс/дел и выше.

В поочередном режиме внутренняя синхронизация осуществляется в любом положении переключателя рода синхронизации. В положении «1» можно наблюдать устойчивое изображение двух сигналов только при наличии временной зависимости между ними. В положении «1, II» развертка синхронизируется сигналом каждого канала, и изображение двух сигналов устойчиво при смещении их по вертикали даже если они независимы во времени друг от друга. Однако в этом случае нельзя определить временной связи между сигналами. В положении «ВНЕС» наблюдается устойчивое изображение двух сигналов при наличии временной зависимости между ними.

10. 1. 18. Аутербанское суммирование (I±II).

В положении «I±II» переключателя режима работы усилителя можно исследовать сумму или разность двух сигналов. В этом же режиме можно компенсировать постоянную составляющую, подавая постоянное напряжение на один канал для компенсации постоянной составляющей другого канала.

При исследовании синфазных сигналов необходимо тщательно подстроить усиление каждого канала. Тогда можно добиться коэффициента ослабления синфазных сигналов порядка 100 : 1 в диапазоне частот 0–2 МГц.

При использовании режима «I±II» следует руководствоваться следующими положениями:

- не превышать входные допустимые напряжения;
- не подавать на вход сигналов, величина которых более чем в 5 раз превышает величину, установленную переключателем «V/ДЕЛ»;
- при возможности удерживать регулировку « $\uparrow$ » в среднем положении, что обеспечивает наибольший динамический диапазон в режиме «I±II».

10. 1. 19. Последовательное включение каналов.

При необходимости уменьшения минимального коэффициента отклонения канала вертикального отклонения (увеличения чувствительности), предусилитель канала I можно использовать как предварительный усилитель для канала II. Для этого необходимо подать исследуемый сигнал на вход канала I, соединив кабелем П24.850.088 высокочастотное гнездо « $\oplus$ » I с правой боковой панелью и вход второго канала « $\oplus$ 1 МД 30 pF». Переключатель режима работы установить в положение «II».

Проведите калибровку минимального коэффициента отклонения. Для этого установите переключатель «V/ДЕЛ» первого канала в положение « ∇ 5 ДЕЛ», второго канала — в положение «0,02» и регулировкой чувствительности второго канала « ∇ » установите высоту изображения на экране 3 деления.

Для получения минимального калиброванного коэффициента отклонения 0,002 В/дел, установите переключатели «V/ДЕЛ» обоих каналов в положение «0,005». В других положениях этих переключателей коэффициент отклонения не гарантируется.

Если с источником сигнала необходима связь по переменному току, то тумблер первого канала « $\sim$, ∇ » необходимо поставить в положение « $\sim$ », а тумблер второго канала « $\sim$, ∇ » — в положение « ∇ ».

Желательно, чтобы регулировка « $\uparrow$ » обоих каналов находилась в среднем положении. Если исследуемый сигнал имеет постоянную составляющую, то регулировку « $\uparrow$ » канала II оставив в среднем положении, а регулировкой « $\uparrow$ » канала I изображение располагают в центре экрана. Все остальные перемещения осуществляют регулировкой « $\uparrow$ » 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.

10. 1. 20. «ВНУТР». Внутренняя синхронизация может быть использована в большинстве случаев. В положении «ВНУТР» переключателя вида синхронизации, сигнал поступает от усилителя вертикального отклонения либо из канала I (в положении «I»), либо с I или II каналов (в положениях «I, II»). В одноканальном режиме при исследовании сигнала любым каналом удобнее пользоваться положением «I, II». О выборе источника внутренней синхронизации при двухканальном режиме было сказано выше.

« $\oplus$ » ВНЕС. СИНХР. «1 : 1». Этот режим синхронизации обеспечивается установкой переключателя вида синхронизации на передней панели в положение «ВНЕС», а сигнал синхронизации подается на гнездо «1 : 1», расположенное на правой боковой стенке осциллографа. 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 и регулировок синхронизации.

« $\oplus$ » ВНЕС. СИНХР. «1 : 10». Принцип работы схемы в этом режиме аналогичен работе в режиме «1 : 1», с учетом того, что входной сигнал синхронизации подается на гнездо «1 : 10» и делится в 10 раз. Деление внешнего сигнала большой амплитуды необходимо для расширения предела регулировки ручки «РОВЕНЬ».

10. 1. 21. Переключатель полярности синхронизации «+», «-» сопряжен с переключателем вида связи (режим связи) « $\sim$, ∇ » и установлен на передней панели осциллографа. В положении «+» развертка запускается положительной частью синхронизирующего сигнала, в положении «-» — отрицательной. Когда на экране ЭЛТ наблюдаются несколько периодов исследуемого сигнала, положение переключателя полярности запуска не имеет значения. Однако при исследовании определенной части сигнала важно правильное положение переключателя.

В осциллографе предусмотрено два режима связи, которые позволяют выбрать определенные составляющие исследуемого сигнала для осуществления запуска схемы синхронизации.

Режим связи « $\sim$ ». В этом режиме постоянная составляющая запускаящего сигнала не поступает на вход схемы синхронизации, а также ослабляются сигналы с частотой ниже 50 Гц. Этот режим запуска может быть использован в большинстве случаев. Точка запуска зависит от среднего уровня запускаящего сигнала.

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

Режим связи « $\approx$ ». В этом режиме обеспечивается устойчивая синхронизация низкочастотными сигналами, которые ослабляются в положении « $\sim$ », а также сигналы с малой частотой повторения. При внутренней синхронизации регулировки ручкой « $\ast$ » вертикального тракта изменяют уровень запуска. Поэтому

для обеспечения устойчивого изображения при открытом входе синхронизации рекомендуется располагать исследуемый сигнал симметрично относительно центра экрана.

Режим « $\rightarrow$ » не рекомендуется использовать в положении « $\rightarrow$ » переключателя режимов работы тракта вертикального отклонения, когда переключатель вида синхронизации установлен в положении «ВНУТР. I, II».

Устойчивая синхронизация в этом случае обеспечивается в положении «ВНУТР. I» переключателя вида синхронизации.

10. 1. 22. При помощи ручки «УРОВЕНЬ» выбирается точка на запускаящем сигнале, в которой синхронизируется развертка.

Прежде чем установить ручку «УРОВЕНЬ», необходимо выбрать вид синхронизации, режим связи 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.

10. 1. 23. Внешняя горизонтальная развертка используется в тех случаях, когда необходимо исследовать зависимость одного сигнала от другого, а не от времени.

Для создания внешней горизонтальной развертки установите переключатель вида синхронизации в положение « $\odot X$ » (передняя панель осциллографа). Подайте на гнездо « $\odot X$ » (правая стенка осциллографа) внешний сигнал. Этот сигнал поступает на горизонтальный усилитель, создавая развертку по горизонтали.

10. 1. 24. Яркая линия модуляция может использоваться для получения пухлой информации об исследуемом сигнале без изменения его формы.

Модулирующий сигнал поступает на гнездо « $\odot Z$ », расположенное на задней панели осциллографа. Амплитуда напряжения, требуемая для осуществления яркостной модуляции, зависит от положения ручки « $\ast$ ».

При помощи внешнего сигнала можно производить измерение временных интервалов при некалиброванной развертке, а также в том случае, когда горизонтальная развертка создается внешним сигналом. Самое четкое изображение получается, когда яркостная модуляция осуществляется сигналами с круглыми фронтами. Следует иметь в виду, что для получения устойчивого изображения необходимо, чтобы временные метки были зависимы во времени от исследуемого

сигнала. Для подачи сигнала на гнездо « $\odot Z$ » закорачивающую вилку Ш7 снять. Когда гнездо « $\odot Z$ » не используется, закорачивающую вилку установить на место.

10. 2. Проведение измерений

10. 2. 1. Для измерений напряжения выполните следующие операции:

- подайте кабелем сигнал на гнездо « $\odot 1 M\Omega 30 pF$ » одного из каналов;
- установите переключателем режима работы усилителя требуемый канал;
- поставьте переключатель «V/ДЕЛ.» в такое положение, чтобы амплитуда изображения составляла около пяти делений;
- поставьте тумблер « $\sim, \approx$ » в положение « $\sim$ ».

Примечание. Для сигналов, частотой ниже 50 Гц, необходимо использовать положение « $\approx$ »;

д) ручкой «УРОВЕНЬ» установите устойчивое изображение. Поставьте переключатель «ВРЕМЯ/ДЕЛ.» в положение, при котором наблюдается несколько периодов исследуемого сигнала;

е) установите ручку « $\updownarrow$ » вертикального перемещения так, чтобы минимальный уровень сигнала совпал с одной из нижних линий, а максимальный — находился в пределах экрана. Ручкой « $\leftarrow\rightarrow$ » горизонтального перемещения сместите изображение таким образом, чтобы один из верхних пиков находился на вертикальной средней линии шкалы (рис. 2);

ж) измерьте деление между крайними точками размаха амплитуды вертикального отклонения и умножьте на коэффициент отклонения переключателя «V/ДЕЛ.». Ручка « $\triangleright$ » должна быть установлена в крайнем правом положении. Этот метод может быть использован для определения напряжения между двумя любыми точками сигнала, а не только между пиками;

Пример. Предположим, что размах вертикального отклонения составляет 4,8 деления, используется делитель 1 : 10, переключатель «V/ДЕЛ.» установлен в положение «0,5».

Напряжение равно:

$$4,8 \text{ дел.} \times 0,5 \text{ В/дел.} \times 10 = 24 \text{ В.}$$

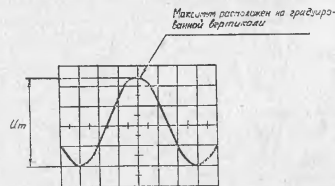


Рис. 2. Измерение полного размаха переменного напряжения

10. 2. 2. Для измерения уровня постоянной составляющей в заданной точке импульсы выполните следующие операции:

- поставьте тумблер «АВТ. ЖДУЩ.» в положение «АВТ.»;
- установите переключатель режима работы усилителя на требуемый канал;
- расположите линию развертки ниже средней линии сетки или другой контрольной линии. Если напряжение отрицательное относительно «земли», переместите дуг к верхней линии шкалы. Не следует перемещать ручку «↑» после установки контрольной линии;

г) подайте сигнал на входной разъем « $\oplus$ 1 M Ω 30 pF» одного из каналов;

д) установите переключатель в такое положение, чтобы размер осциллограммы составлял примерно 5 делений.

Для измерения уровня напряжения относительно другого напряжения, а не корпуса, проделайте следующее:

установите тумблер « $\sim$, $\approx$ » в положение « $\approx$ », подайте опорное напряжение на гнездо « $\oplus$ 1 M Ω 30 pF» усилителя и расположите линию развертки на контрольной линии;

е) установите ручкой «УРОВЕНЬ» устойчивое изображение. Переключатель «ВРЕМЯ/ДЕЛ.» установите в положение, при котором на экране наблюдается несколько периодов исследуемого сигнала;

ж) определите расстояние в делениях между контрольной линией и точкой на линии сигнала, в которой нужно измерять напряжение.

Например, измерение производится между контрольной линией и точкой А (рис. 3).



Рис. 3. Измерение переменного напряжения с постоянной составляющей

з) умножьте полученный размер в делениях на коэффициент отклонения. Следует также учитывать коэффициент ослабления выносного делителя, если он используется.

Пример. Допустим, что измеренное расстояние составляет 4 деления (рис. 4), сигнал положительной полярности (изображение находится выше контрольной линии). Переключатель «В/ДЕЛ.» находится в положении «2». При измерении используется делитель напряжения 1:10.

Измеренное мгновенное значение напряжения будет:
 $2 \text{ В/дел.} \times 4 \text{ дел.} \times 10 = 80 \text{ В.}$

10. 2. 3. Для измерения длительности сигнала между двумя его точками проведите следующие операции:

- подайте исследуемый сигнал на гнездо « $\oplus$ 1 M Ω 30 pF»;
- установите переключатель «В/ДЕЛ.» в такое положение, чтобы изображение на экране составляло около 5 делений;

- установите переключатель «ВРЕМЯ/ДЕЛ.» в такое положение, в котором расстояние между измеряемыми точками будет меньше 8 делений;
- установите ручкой «УРОВЕНЬ» устойчивое изображение на экране ЭЛТ;

д) переместите ручкой « $\updownarrow$ » изображение, чтобы точки, между которыми измеряется время, находились на горизонтальной центральной линии;

е) установите ручкой « $\rightarrow$ » изображение так, чтобы точки, между которыми измеряется время, находились в пределах восьми центральных делений сетки;

ж) измерьте горизонтальное расстояние между измеряемыми точками и умножьте его на значение коэффициента развертки.

Пример. Допустим, что расстояние между измеряемыми точками составляет 4 деления (рис. 4), а переключатель «ВРЕМЯ/ДЕЛ.» установлен в положение «0.2 mS». Время

$$T = 0.2 \text{ mS/дел.} \times 4 \text{ дел.} = 0.8 \text{ mS.}$$

10. 2. 4. Для измерения частоты периодических сигналов проделайте следующее:

- измерьте длительность времени одного периода сигнала, как описано в п. 10. 2. 3 (рис. 4);

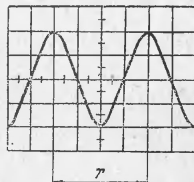


Рис. 4. Измерение длительности и частоты

- рассчитайте частоту сигнала f по формуле:

$$f = \frac{1}{T}, \quad (3)$$

где f — частота, в Гц;
 T — длительность периода, в с.

Пример. Частота сигнала с длительностью периода 0.8 мс будет равна:

$$f = \frac{1}{0.8} = 1.25 \text{ кГц.}$$

10. 2. 5. Измерение времени нарастания основано на том же методе, что и измерение длительности времени. Основная разница только в точках, между которыми производится измерение. Ниже приводится методика измерения времени нарастания между точками импульса на уровне 0.1 и 0.9.

Время спада можно измерить аналогичным образом на заднем фронте импульса:

- подайте сигнал на гнездо « $\oplus$ 1 M Ω 30 pF» одного из каналов;
- установите переключатель режима работы усилителя на требуемый канал;

- в) установите переключателем «V/ДЕЛ.» максимально возможное изображение сигнала по амплитуде;
- г) установите изображение симметрично средней горизонтальной линии;
- д) установите переключатель «ВРЕМЯ/ДЕЛ.» на наибольшую скорость развертки, при которой изображение между точками импульса на уровнях 0,1 и 0,9 будет занимать не более 8 делений по горизонтали. Для наблюдения осциллограммы рекомендуется использовать тубус;
- е) определите точки уровней 0,1 и 0,9 на нарастающей части импульса;
- ж) ручкой «←» совместите точку уровня 0,1 с одной из вертикальных линий шкалы экрана ЭЛТ в левой части экрана (рис. 5);

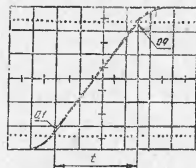


Рис. 5. Измерение времени нарастания

- з) измерьте горизонтальное расстояние между точками уровней 0,1 и 0,9 и умножьте его на коэффициент развертки, определяемый переключателем «ВРЕМЯ/ДЕЛ.». При использовании растяжки длительности, результат умножить на 0,2.

Пример. Предположим, что расстояние по горизонтали между точками сигнала на уровнях 0,1 и 0,9 равно 3,5 деления (рис. 5); переключатель «ВРЕМЯ/ДЕЛ.» установлен в положение «1 мкс», использована растяжка. Время нарастания равно:

$$t = 3,5 \text{ дел.} \times 1 \text{ мкс/дел.} \times 0,2 = 0,7 \text{ мкс.}$$

10. 2. 6. Калиброванная скорость развертки и двухканальный режим осциллографа позволяют измерять временной сдвиг между двумя отдельными сигналами. Для этого:

- а) поставьте тумблеры «↔, ≈» в требуемое положение;
- б) установите переключатель режима работы усилителя в положение «...» или «→→». Режим «...» рекомендуется для исследования низкочастотных сигналов;
- в) установите переключатель вида синхронизации в положение «ВНУТР.»;
- г) подайте опорный сигнал на вход канала I, а исследуемый — на вход канала II. Опорный сигнал должен предшествовать исследуемому. Сигналы подавайте на входы коаксиальными кабелями с одинаковым временем задержки;
- д) если сигналы противоположной полярности, переключателем «+,-» инвертируйте сигнал канала II;
- е) установите переключателями «V/ДЕЛ.» изображения на 4 или 5 делений;
- ж) ручкой «УРОВЕНЬ» установите устойчивое изображение;
- з) установите переключателем «ВРЕМЯ/ДЕЛ.» такую скорость развертки, чтобы между двумя импульсами было 3 или более делений;
- и) установите ручками «↑» оба импульса (или точки изображения, между которыми производятся измерения) посередине экрана относительно центральной горизонтальной линии;

к) при помощи ручки «←→» контрольный сигнал совместить с вертикальной линией сетки;

- л) измерьте расстояние по горизонтали между импульсом канала I и канала II (рис. 6) и умножьте полученную разность на величину, определяемую положением переключателя «ВРЕМЯ/ДЕЛ.». При использовании растяжки результат умножьте на 0,2.

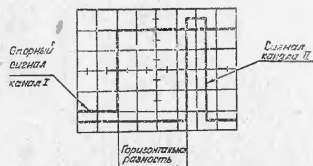


Рис. 6. Измерение временного сдвига двух сигналов

Пример. Допустим, переключатель «ВРЕМЯ/ДЕЛ.» установлен в положение «50 мкс», включена растяжка, разность по горизонтали между импульсами 3,5 деления.

Временной сдвиг равен:

$$t = 50 \text{ мкс/дел.} \times 0,2 \times 3,5 \text{ дел.} = 35 \text{ мкс.}$$

10. 2. 7. Сравнение фазы между двумя сигналами одной частоты возможно осуществить, используя двухканальный режим осциллографа.

Для выполнения сравнения фаз выполните следующие операции:

- а) установите тумблеры «↔, ≈» в одинаковое положение, в зависимости от типа подаваемого сигнала;
- б) установите переключатель режима работы усилителя в положение «...» или «→→». Режим «...» обычно применяется при низкочастотных сигналах;
- в) установите переключатель вида синхронизации в положение «ВНУТР. I»;
- г) подайте опорный сигнал на вход канала I, а сравниваемый — на вход канала II. Опорный сигнал должен предшествовать сравниваемому во времени.

При подключении сигналов на входы используйте кабели с одинаковым временем задержки;

- д) если сигналы противоположной полярности, переключателем полярности «+,-» второго канала инвертируйте сигнал;
- е) установите переключателями «V/ДЕЛ.» и ручками «▷» обоих каналов идентичные изображения около 5 делений по амплитуде;
- ж) установите ручкой «УРОВЕНЬ» устойчивое изображение;
- з) установите переключатель «ВРЕМЯ/ДЕЛ.» на скорость развертки, обеспечивающую один цикл сигналов на экране;
- и) переместите кривые сигналов к центру градуированной линии ручками «↑»;

- к) измерьте период опорного сигнала I_1 (рис. 7) в делениях шкалы;
- л) измерьте разность по горизонтали между соответствующими точками сигналов I_2 (в делениях шкалы);

м) фазовый сдвиг ψ рассчитайте по формуле:

$$\psi = \frac{l_2}{l_1} \cdot 360^\circ \quad (4)$$

где l_1 — период опорного сигнала в делениях;

l_2 — разность по горизонтали между соответствующими точками в делениях.

Пример. Предположим, что горизонтальная разность составляет $l_2 = 1.1$ деления, период опорного сигнала $l_1 = 4$ деления. Фазовый сдвиг равен:

$$\psi = \frac{1.1}{4} \cdot 360^\circ = 99^\circ$$

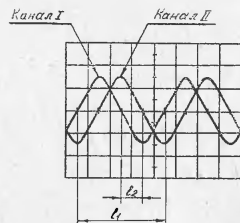


Рис. 7. Измерение разности фаз

10. 8. Метод измерения фазы с помощью фигур Лиссажу может быть использован для определения разности фаз между двумя сигналами одной частоты. Он удобен для сигналов частотой до 100 кГц.

Для измерения фазы:

а) подайте синусоидальные сигналы на входы « $\ominus$ I MQ 30 pF» одного из каналов и « $\ominus$ X»;

б) переключатель режима работы усилителя установите в положение, соответствующее выбранному каналу;

в) переключатель вида синхронизации поставьте в положение « $\ominus$ X»;

г) ручкой переключателя «V/ДЕТ.» установите изображение в пределах экрана;

д) ручками « $\leftarrow$ » и « $\rightarrow$ » установите изображение в центре экрана;

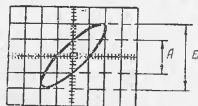


Рис. 8. Измерение разности фазы

е) измерьте расстояния А и В, как показано на рис. 8. Величина А представляет собой расстояние между точками пересечения кривой с вертикальной градуированной линией.

Расстояние В — максимальное отклонение по вертикали;

ж) измеряемый фазовый сдвиг ψ можно рассчитать по формуле:

$$\psi = \arcsin \frac{A}{B}, \quad (5)$$

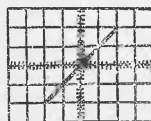
где А — расстояние между точками пересечения кривой с вертикальной линией;

В — максимальное отклонение по вертикали.

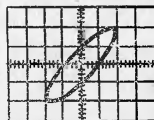
Если изображение представляет собой диагонально направленную линию, то два сигнала находятся или в фазе (рис. 9а) или с разницей 180° (рис. 9д). Изображение окружности указывает на фазовую разность 90° .

На рис. 9 изображены несколько возможных фигур Лиссажу, определяющие фазу от 0 до 360° .

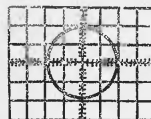
а) $\psi = 0$



б) $\psi = 30^\circ$ или 330°



в) $\psi = 90^\circ$ или 270°



г) $\psi = 150^\circ$ или 210°



д) $\psi = 180^\circ$

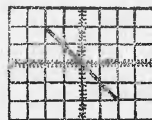


Рис. 9. Фигуры Лиссажу

11. РЕГУЛИРОВАНИЕ И НАСТРОЙКА

11. 1. Общие сведения

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

При проведении регулировочных работ рекомендуется пользоваться измерительной аппаратурой, указанной в табл. 3.

Таблица 3

Наименование средств измерений	Нормативно-технические характеристики, используемые при регулировании
Генератор импульсов Г5-56	Длительность импульсов 10 мс — 1 с.
Калибратор осциллографов И1-9	Погрешность не более $\pm 0,5\%$
Генератор сигналов высокочастотный Г4-117	Диапазон частот 20 Гц—10 МГц Выходное напряжение 100 мкВ—30 В
Генератор импульсов Г5-26	Длительность импульсов 0,1—10 ⁶ мкс
Генератор испытательных импульсов И1-11	Длительность импульсов 1 мкс Время нарастания не более 3 нс Амплитуда выходного напряжения до 100 В
Частотомер электронный четный Ч3-34	Диапазон измеряемых частот 10 Гц—10 МГц
Осциллограф универсальный С1-73	Погрешность измерений $\pm 10\%$. Полоса пропускания 0—5 МГц
Вольтметр универсальный цифровой В7-16	Погрешность измерения постоянных напряжений 0,02 %
Прибор комбинированный Ц4313	Погрешность измерений $\pm 1\%$
Вольтметр С50/8	Предел измерения 3000 В
Киловольтметр С196	Предел измерения 4000 В

Примечание. При регулировке допускается использование другой аппаратуры, обеспечивающей метрологическую точность измерений.

При регулировке и настройке осциллографа необходимо соблюдать правила техники безопасности, изложенные в разделе 8.

Отрегулируанный осциллограф подвергают контролю и проверке. Методика определения поперяемых параметров изложена в разделе 14.

11. 2. Регулирование источников питания

11. 2. 1. Подключите регулируемый осциллограф к питающей сети переменного тока.

После предварительного самопрогрева осциллографа в течение 5 мин. приступайте к проверке и регулировке параметров источников питания.

11. 2. 2. Производите проверку и регулировку всех напряжений при напряжении питающей сети 220 В.

Проверьте комбинированным прибором Ц4313 (предел измерения 30 В) напряжение на конденсаторе С25 (И22.044.071 Э3). Оно должно быть в пределах от 25 до 27 В.

11. 2. 3. Проверьте вольтметром В7-16 (предел измерения 100 В) напряжение на конденсаторах С2—С4 (И23.233.090 Э3). Оно должно быть в пределах от 18 до 19 В. Переменным резистором R5 (И23.233.090 Э3) выставьте напряжение $(18 \pm 0,2)$ В.

11. 2. 4. Осциллографом С1-73 на гнездах Гн3 и Гн4 (И23.233.090 Э3) проверьте рабочую частоту генератора и форму импульсов. Рабочая частота должна быть $(8,5 \pm 1)$ кГц. Форма импульсов — прямоугольная, длительности положительного и отрицательного полупериодов импульсов должны равняться друг другу. Подрегулировка частоты и длительности полупериодов импульсов осуществляется резисторами R10, R14 (И23.233.090 Э3).

11. 2. 5. Проверьте вольтметром В7-16 (предел измерения 100 В) на конденсаторах С5, С6, С7, С8 (И23.233.089 Э3) напряжения минус 6,3 В, минус 12,6 В, +6,3 В, +12,6 В и отрегулируйте их, изменяя величину резисторов R19, R21, R25, R16 (И23.233.089 Э3). Напряжения должны быть в пределах от 6,1 до 6,5 В и от 12,0 до 13,2 В.

11. 2. 6. Контролируйте напряжение +100 и +250 В вольтметром В7-16 (предел измерения 1000 В) на конденсаторах С32, С33 (И22.044.071 Э3) относительно корпуса. Напряжения должны быть в пределах от 95 до 105 В и от 230 до 270 В.

11. 2. 7. Контролируйте напряжение минус 1500 В киловольтметром С50/8 на выводе 4, а напряжение +4000 В киловольтметром С196 на выводе 1 выпрямителя (атд.215.002 Э3). Напряжения должны быть в пределах от 1450 до 1550 В и от 3800 до 4200 В.

11. 2. 8. Произвести проверку пульсаций выходных напряжений источников: а) проверку пульсаций источников минус 1500 В и +4000 В производите осциллографом С1-73 через разделительный конденсатор К15-5-Н70-6,3кВ-4700 пФ;

б) пульсации низковольтных источников контролируйте на конденсаторах С32, С33 (И22.044.071 Э3), С5, С6, С7, С8 (И23.233.089 Э3) относительно корпуса.

Величины пульсаций не должны превышать значений, указанных в таблице 2.

11. 2. 9. Вольтметром В7-16 (предел измерения 100 В) производите измерения напряжения источника +12,6 В при напряжении питающей сети 198 В.

Измените напряжение питающей сети от 198 до 242 В. При этом напряжение может измениться не более, чем на 0,03 В.

Вольтметром В7-16 (предел измерения 10 В) производите измерение напряжения источников +6,3 В и минус 6,3 В. Измените напряжение на конденсаторе С2 (И23.233.090 Э3) резистором R5 (И23.233.090 Э3) от 18 до 19 В. При этом напряжение источников +6,3 В, минус 6,3 В может измениться не более чем на 0,01 В. После измерений выставьте на выходе справочного стабилизатора (конденсатор С2 (И23.233.090 Э3) первоначальное напряжение.

11. 3. Регулирование схемы управления ЭЛТ

11. 3. 1. Подключите осциллограф к сети и после прогрева проверьте действия ручек «*», «>», «⊙» (приложение 5, рис. 1), предварительно установив тумблер «АВТ», «ЖДУЩ» в положение «АВТ». Проверьте совмещение линий развертки с горизонтальными линиями шкалы. При необходимости совместите линию развертки с горизонтальными линиями шкалы при помощи потенциометра

R49. Подойдите на один из входов «⊕» 1 МΩ 30 pF усилителя вертикального отклонения луча мсадр с частотой 1 кГц от генератора Г5-56 и установите

высоту осциллограммы равную шести делениям. Отрегулируйте потенциометром R48 геометрические искажения так, чтобы верх, низ и боковые стороны прямоугольного раstra были прямолинейны. Переведите переключатель «V/ДЕЛ»

в положение « ∇ 5 ДЕЛ.» и установите изображение импульсов в центр экрана. Добейтесь наилучшей четкости изображения ручками « $\star$ » и « $\odot$ ».

11. 4. Регулирование тракта горизонтального отклонения

11. 4. 1. Регулировка схемы синхронизации производится в следующей последовательности:

а) установите ручку «УРОВЕНЬ» в среднее положение;
б) переключатели синхронизации на передний панели осциллографа установите в положения: «ВНУТР. I», « $\approx$ », «+»;

в) подайте на вход I канала (гнездо « $\oplus$ 1 МГц 30 рГ») сигнал от генератора Г4-117 частотой 1 кГц и размахом 6 делений.

Обратите внимание на то, что развертка начинается на растущем участке синусоиды. Переключатель «+» переводите в положение «-». Развертка должна начинаться на том же уровне, но уже на падающем участке синусоиды. В случае необходимости подрегулируйте потенциометром R52 (И22.035.179 Э3) так, чтобы в среднем положении ручки «УРОВЕНЬ» развертка начиналась с середины синусоиды;

г) установите переключатели синхронизации в положения «ВНУТР. I, II» « $\approx$ », «+», проведите аналогичную проверку для этого положения переключателя согласно подпункту в). Необходимую подрегулировку произведите потенциометром R99 (И22.035.179 Э3);

д) снимите сигнал синхронизации и установите тумблер в положение «ЖДУЩ.». Потенциометром R32 выставьте в Гн4 потенциал +2,9 В.

11. 4. 2. Регулировка схемы развертки производится при выходе из строя любого из элементов (Д4, Т5, Т7, Т8, У9—У8 платы И23.263.026 Э3).

Резистором R69 (И23.263.026 Э3) установите начальный уровень пилообразного напряжения на гнезде Гн7 (И23.263.026 Э3) равный 1 В (измеряется осциллографом С1-73, (рис. 10).

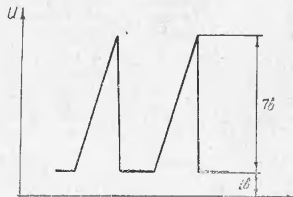


Рис. 10. Форма напряжения на выходе генератора

Для регулировки величины амплитуды пилообразного напряжения установите переключатель развертки «ВРЕМЯ/ДЕЛ.» в положение «1 мС» и подберите величины резистора R72 (И23.263.026 Э3) установите амплитуду пилообразного напряжения на гнезде Гн7, равную 7 В (измеряется осциллографом С1-73).

11. 4. 3. Регулировка схемы усилителя X (И22.051.006 Э3) осуществляется при выходе из строя любого из транзисторов Т1—Т7, диодов Д1—Д4.

Для калибровки длительностей развертки ко входу осциллографа подключите генератор Г4-117 к частотометру ЧЗ-34. Переключатель «ВРЕМЯ/ДЕЛ.» установи-

те в положение «1 мС». Подайте с генератора сигнал частотой 1 кГц и при помощи потенциометра, выведенного под шлиц « ∇ X1», установите точное совпадение вершины сигнала с вертикальными делениями шкалы. Включите растяжку и на вход осциллографа подайте сигнал частотой 5 кГц. При помощи потенциометра, выведенного под шлиц « ∇ X0,2», установите точное совпадение вершин сигнала с вертикальными делениями шкалы.

Установите переключатель «ВРЕМЯ/ДЕЛ.» в положение «2 μ С». На вход осциллографа подайте сигнал частотой 500 кГц и при помощи подстроечного конденсатора С11 (И22.044.071 Э3) добейтесь совпадения каждого периода сигнала с делениями шкалы.

Аналогичную регулировку производите подстроечным конденсатором С14 в положении переключателя «ВРЕМЯ/ДЕЛ.» «0,2 μ С» при частоте сигнала 5 МГц и с помощью С16 в положении «0,1 μ С» и частоте сигнала 10 МГц.

Погрешность калибровки на последних диапазонах зависит от нелинейности пилообразного напряжения, вносимой выходным каскадом усилителя горизонтального отклонения. Для уменьшения нелинейности установите необходимую величину емкости конденсатора С2 (И22.051.006 Э3) в режиме «X1» и величину емкостей конденсаторов С8 и С9 в режимах «X0,2».

11. 5. Регулировка схемы усилителя подсвета

11. 5. 1. Выход из строя элементов схемы требует их замены. Производится проверка и регулировка выходного импульса (выходная точка 2 платы И22.002.062 Э3). В автоколебательном режиме импульс должен иметь форму и амплитуду, показанную на рис. 11.



Рис. 11. Форма выходных импульсов усилителя подсвета

11. 6. Регулирование калибратора (И22.051.006 Э3)

11. 6. 1. Подключите к гнезду « $\odot$ Л 1 В 1 кГц» (правая боковая панель осциллографа) частотометр ЧЗ-34. Регулировкой резистора R28 (И22.051.006 Э3) установите частоту 1 кГц.

11. 6. 2. Установите переключатель «V/ДЕЛ.» в положение «0,02». Тумблер « $\sim$ », « $\approx$ » — в положение « $\approx$ ». Подайте на вход усилителя Y с калибратора осциллографа И1-9 калиброванный синусоидальный сигнал амплитудой 0,05 В.

По экрану ЭЛТ при помощи потенциометра, выведенного под шлиц « ∇ », установите изображение сигнала равное 5 делениям. Установите переключатель «V/ДЕЛ.» в положение « ∇ 5 ДЕЛ.» и при помощи потенциометра R38 (И22.051.006 Э3) установите на экране ЭЛТ изображение, равное 5 делениям.

11. 7. Регулировка тракта вертикального отклонения (И22.035.178 Э3, И22.035.179 Э3)

11. 7. 1. Регулировку тракта вертикального отклонения нужно начинать с выставления режимов по постоянному току. Для этого:

а) установите переключатель режима работы усилителя в положение «1».

Установите ручку « I » в среднее положение;

б) установите потенциометром R8 одинаковые потенциалы на 1 и 2 выводах микросхемы У3, а с помощью подбора величины резистора R14 установите на этих выводах потенциалы $\pm (0,7-0,9)$ В. Контроль напряжений ведите осциллографом С1-73;

в) при помощи потенциометра, выведенного под шлиц «БАЛАНС I», установите одинаковые потенциалы на выводах 3 и 4 микросхемы У7;

г) подбором величины резистора R58 установите величину потенциалов в точках 38, 39, равную 3,2 В;

д) аналогичные регулировки произведите для второго канала;

е) установите потенциометром R7 (И22.035.178 Э3) одинаковые потенциалы на коллекторах транзисторов Т1 и Т2.

11. 7. 2. Произведите балансировку усилителя, как описано в п. 10. 1. 4 и в п. 10. 1. 5.

Установите ручку « D », выведенную на переднюю панель осциллографа (на одной оси с переключателем «V/ДЕЛ.»), в крайнее левое положение. В случае смещения линии развертки верните ее в прежнее положение при помощи потенциометра R8 (R12) И22.035.179 Э3. Эти операции повторяйте до тех пор, пока при изменении положения ручки « D » линия развертки перестанет пересмещаться.

11. 7. 3. Потенциометром R59 выставьте нулевой потенциал на выходном гнезде « G », потенциометрами R52 и R99 — потенциалы $\pm 0,7$ В в точках 22 и 44, причем при контроле в точке 22 переключатель вида синхронизации должен быть в положении «ВНУТР. I», а при контроле в точке 44 — в положении «ВНУТР. II».

11. 7. 4. Для регулировки коэффициента отклонения усилителя установите ручку « D » на одной оси с переключателем «V/ДЕЛ.» в крайнее правое положение, переключатели «V/ДЕЛ.» в положение « V 5 ДЕЛ. », переключатель режима работы в положение «1». Размах изображения должен составлять 5 делений. В случае несоответствия, потенциометром R10 (И22.044.071 Э3), выведенным под шлиц на переднюю панель « V », отрегулируйте точную величину (5 делений) отклонения по вертикали.

Установите переключатель режимов работы в положение «1» и аналогично произведите регулировку размаха импульса по вертикали потенциометром R15 (И22.044.071 Э3).

11. 7. 5. Для компенсации аттенуатора (И22.727.073 Э3) установите переключатель «V/ДЕЛ.» в положение «0,02», тумблер входа « ~, ≈ » — в положение « ≈ ».

Подключите гнездо « ⊕ 1 MΩ 30 pF » осциллографа к выходу генератора Г5-56 и установите на выходе последнего импульсы положительной полярности, длительность которых равна 50 мкс, частота повторения 10 кГц при внутренней нагрузке. Установите ручку регулировки выходного напряжения Г5-56 так, чтобы получить максимальное по амплитуде изображение на экране испытываемого осциллографа (в пределах рабочей части экрана).

Установите регулировкой плоскую вершину (рис. 11) в положении аттенуатора:

«0,05» конденсатором C15

«0,1» конденсатором C18

«0,2» конденсатором C7

«2» конденсатором C5

11. 7. 6. Подстройте входную емкость осциллографа во всех положениях аттенуатора. Для этого подайте на гнездо « ⊕ 1 MΩ 30 pF » через цепочку (приложение 4) импульсы от генератора Г5-56 и установите прямоугольную форму импульсов в положениях аттенуатора:

«0,05» конденсатором C13

«0,1» то же C16

«0,2» " C1

«2» " C2

После выравнивания входной емкости в положениях входного аттенуатора «0,05», «0,1», «0,2», «2» произведите компенсацию в положениях «0,5», «1», «5», «10» при помощи конденсатора C11, добиваясь прямоугольности импульса.



Рис. 12. Изображение импульса на экране ЭЛТ при компенсации входного аттенуатора

11. 7. 7. Для регулирования переходной характеристики установите переключатель режима работы в положение «1», переключатель «V/ДЕЛ.» — в положение «0,02», переключатель «ВРЕМЯ/ДЕЛ.» — в положение «0,1 μs», тумблер входа « ~, ≈ » — в положение « ≈ », а ручку потенциометра « D » —

в крайнее правое положение. Подайте на вход канала « I » « ⊕ 1 MΩ 30 pF » испытательный импульс положительной полярности от генератора И1-11. Установите устойчивое изображение на экране ЭЛТ с высотой осциллограммы равной 5 делениям. Регулировкой величины резистора R14 (И22.035.178 Э3) добейтесь времени нарастания переднего фронта импульса не более 35 нс, учитывая при этом допустимую величину выброса переходной характеристики и неравномерность вершины.

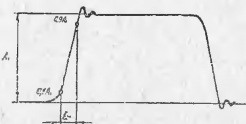


Рис. 13. Измерение времени нарастания

Проверьте время нарастания во всех положениях переключателя «V/ДЕЛ.». Измерение времени нарастания производите согласно рис. 13.

12. ХАРАКТЕРНЫЕ НЕИСПРАВНОСТИ И МЕТОДЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ

12.1. Метод разборки осциллографа и поиск неисправностей

12.1.1. В случае неисправности осциллографа в первую очередь отключите его от источника питания.

Убедитесь в исправности кабеля питания и предохранителей, расположенных на задней стенке осциллографа.

Чтобы получить доступ к элементам схемы самого осциллографа для их осмотра и замены в случае неисправности, снимите нижнюю и верхнюю крышки, которые прикреплены винтами, расположенными на боковых стяжках осциллографа. Для снятия их ослабьте винты и освободите крышки.

Для получения доступа к усилителю Z, а также к стабилизатору ± 18 В необходимо снять заднюю панель, для чего отвинтите четыре винта, крепящие ножки (приложение 5, рис. 6).

В случае неисправности ЭЛТ замените ее. Для этого:

а) отпаяйте провода, идущие к системе новорота луча и к системе подсвета шкалы ЭЛТ;

б) снимите панель ЭЛТ;

в) отсоедините от трубки высоковольтный провод;

г) отсоедините провода X и Y отклоняющих пластин;

д) отвинтите два винта в передней части экрана;

е) отпустите винт, стягивающий хомутки в хвостовой части ЭЛТ;

ж) отвинтите экран от задней стенки осциллографа, приподнимите его и осторожно выньте ЭЛТ;

з) исправную ЭЛТ установите в экран и повторите вышеописанные операции в обратном порядке.

Для снятия предварительного усилителя вертикального отклонения:

— снимите ручки управления усилителя на передней панели (аттенюаторов, переключателя каналов и полярности, переключения луча по вертикали), предварительно сняв пластмассовые корпуса с ручек;

— отвинтите гайки крепления аттенюаторов;

— отвинтите два винта, крепящие усилитель к средней стенке и к боковому кронштейну (приложение 5, рис. 3);

— подвиньте усилитель назад до свободного выдвижения и выньте его.

При установке блока усилителя в осциллограф все действия необходимо повторить в обратном порядке.

12.1.2. При регулировке и ремонте осциллографа, обычно значительное время затрачивается на поиск причин неисправностей. Осциллограф содержит очень много элементов и для быстрого обнаружения неисправности требуется высокая квалификация, хорошее знание принципиальной схемы, способов ее проверки, а также эффективных методов поиска неисправностей. В большинстве случаев устранение неисправностей требует замены или ремонта элементов и цепей.

Обычно поврежденный узел можно определить внешним осмотром при определении функционирования осциллографа способом исключения, при котором последовательно исключают из поиска исправные блоки. Так, например, наличие линии развертки свидетельствует о работоспособности ЭЛТ и генератора развертки.

Рекомендуется следующий метод поиска неисправностей:

а) проверьте блок питания. При необходимости делаются подрегулировки, указанные в подразделе 11.2. С целью исключения влияния нагрузки следует отключить разъем Ш5 (И22.044.071 З3);

б) проверьте работоспособность ЭЛТ по свечению нити накала и свечению экрана. В случае отсутствия луча отсоедините выходы вертикального и горизонтального усилителей от отклоняющих пластин ЭЛТ. Соедините между собой blankирующие пластины. Для этого отключите провод от точки 2 (И22.002.062 З3) и соедините его с точкой 4 той же платы. Если ЭЛТ исправна, то при этом на экране должно появиться свечение нити. Пропадание свечения нити на экране ЭЛТ при подключении выхода blankирующих импульсов (точка 2) к blankирующим пластинам свидетельствует о неисправности генератора развертки либо усилителя Z;

в) проверьте работоспособность генератора развертки и усилителя X. В случае отсутствия пилообразного напряжения отпаяйте резисторы R31, R35 и диод D5 (И23.263.026 З3) и замыканием гнезда 1 на 4 на корпус проверьте прохождение перенапряжения последовательно по цепям: Гн5, Гн6, база У7-1; Гн7, точка 21, база У7-2, диод D6, коллектор Т7, диод D5. Неисправный элемент замените;

г) способом промежуточных измерений, при котором последовательно проверяют прохождение сигнала от каскада к каскаду, проверьте усилители горизонтального и вертикального отклонения.

При поиске неисправности следует пользоваться картами напряжений, приведенными в приложениях 1 и 2, а также перечнем возможных неисправностей.

12.2. Краткий перечень возможных неисправностей

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

Таблица 4

Вид неисправности	Вероятная причина неисправности	Методы устранения неисправности
1. Осциллограф не включается.	Перегорели предохранители Пр1 или Пр2 (И22.044.071 З3).	Проверьте предохранители, замените неисправные.
	Неисправен тумблер В12 (И22.044.071 З3).	Проверьте исправность тумблера В12 и при необходимости замените.
	Обрыв в кабеле атд4.853.000.	Проверьте кабель атд4.853.000. Устраните обрыв.
2. При включении тумблера «СЕТЬ» перегорают предохранители Пр1, Пр2 или греется трансформатор Тр1.	Обрыв в первичной или вторичной цепях Тр1 (И22.044.071 З3).	Проверьте трансформатор, неисправный замените.
	Короткое замыкание или перегрузка в первичной или вторичной цепи трансформатора Тр1 (И22.044.071 З3).	Проверьте трансформатор, его вторичные и первичные цепи и при необходимости замените.

Продолжение табл. 4

Вид неисправности	Вероятная причина неисправности	Методы устранения неисправности
3. Не стабилизирует первичный стабилизатор.	Пробиты выпрямительные диоды Д2, Д3 (И22.044.071 Э3).	Проверьте диоды, неисправные замените.
	Пробиты электролитические конденсаторы С24, С25 (И22.044.071 Э3).	Проверьте конденсаторы, неисправные замените.
	Неисправны транзисторы Т1, Т2 (И22.044.071 Э3), У1-1, У1-2 (И23.233.090 Э3).	Проверьте транзисторы. Неисправные замените.
4. Отсутствуют или сильно занижены выходные напряжения источников питания.	Неисправен стабилизатор Д3 (И23.233.090 Э3) или Д5. Отсутствие генерации задающего генератора.	Проверьте исправность стабилизатора и диода Д5. Проверьте исправность транзисторов Т1, Т2 (И23.233.090 Э3). Неисправные замените. Проверьте наличие напряжения на стабилизаторе Д4 (И23.233.090 Э3).
	Отсутствует напряжение на выходе первичного стабилизатора.	Выясните и устраните причину отсутствия напряжения. Проверьте исправность транзисторов Т1, Т2 (И23.233.090 Э3). Неисправные замените.
	Короткое замыкание или значительная перегрузка на выходе источников питания, в частности источника +100 В.	Устраните причину короткого замыкания или перегрузки.
5. Пульсации источников +6,3, +12,6, +100, +250, +4000 минус 6,3, минус 12,6 минус 1500 В больше нормы.	Вышли из строя транзисторы первичного стабилизатора, стабилизаторов +6,3 В, минус 6,3 В, усилителей мощности.	Проверьте транзисторы Т1, Т2 (И22.044.071 Э3), У1 (И23.233.090 Э3), У2 (И23.233.089 Э3).
	Обрыв выпрямительных диодов микросхем У2—У4 (И23.233.090 Э3), диодов Д5—Д7 (И22.044.071 Э3).	Проверьте диоды, неисправные замените.
	Не стабилизирует первичный стабилизатор, стабилизаторы +6,3 В, минус 6,3 В.	Неисправен один из транзисторов Т1, Т2 или микросхемы У1, У2. Заменить неисправные элементы.

Продолжение табл. 4

Вид неисправности	Вероятная причина неисправности	Методы устранения неисправности
6. Отсутствует луч на экране ЭЛТ.	Обрыв или значительное уменьшение емкостей конденсаторов С2—С4, С7, С11, С12, С14, С15 (И23.233.090 Э3), С29, С32, С33 (И22.044.071 Э3).	Проверьте величины емкостей конденсаторов. Неисправные замените.
	Неисправен диод Д5. Микросхемы У2, У3, У4 (И23.233.090 Э3) диоды Д5—Д7 (И22.044.071 Э3).	Проверьте диод и микросхемы. Неисправные замените.
	Плохой контакт панели ЭЛТ.	Замените панель ЭЛТ.
7. Луч не перемещается по вертикали.	Неисправна ЭЛТ. Неисправен выпрямитель (згд3.215.002 Э3).	Замените ЭЛТ. Замените неисправный выпрямитель.
	Неисправен усилитель (И22.002.062 Э3).	Неисправен один из транзисторов Т1, Т2, Т3 (И22.002.062 Э3). Заменить транзистор.
	Разбалансирован усилитель. Неисправны резисторы R12, R14 (И22.044.071 Э3).	Произведите балансировку усилителя. Замените резисторы R12, R14 (И22.044.071 Э3).
8. Нет усиления по вертикали.	Неисправен выходной усилитель У.	Проверьте исправность транзисторов Т1 и Т2 (И22.035.178 Э3).
	Обрыв входной цепи тракта вертикального отклонения.	Проверьте исправность переключателя аттенуатора.
	Разбалансирован усилитель У.	Произведите балансировку усилителя.
9. На выходе калибратора отсутствует импульсный сигнал.	Обрыв линии задержки.	Проверьте линию на проводимость омметром и при необходимости замените ее.
	Неисправен резистор R15 « ρ » (И22.727.073).	Замените резистор R15 (И22.727.073).
	Неисправна микросхема У2 (И22.051.006 Э3).	Замените микросхему У2 (И22.051.006 Э3).

Вид неисправности	Вероятная причина неисправности	Методы устранения неисправности
10. Отсутствие синхронизации изображения. а) при внешней синхронизации	Обрыв выводов на плате калибратора точки 3 платы (И22.051.006 Э3). Неисправна цепь прохождения сигнала: гнездо «1:1» или «1:10», В3-2, В4-1. Неисправны элементы схемы синхронизации: транзисторы Т1, Т2, Т3; микросхемы У1 и У2; диод Д1 (И23.263.026 Э3). Оборваны проводники, соединяющие точки 7, 9, 11 и 13 платы (И23.263.026 Э3) с переключателем В4. Неисправен резистор R16 (И22.044.071).	Проверьте качество паяк проводов жгута на наличие обрывов. Оторванные провода запаять. Проконтролируйте осциллографом прохождение сигнала по этой цепи до точки 13 платы (И23.263.026 Э3). Замените неисправные элементы. Оборванные провода запаять.
б) при внутренней синхронизации	Неисправны цепи прохождения сигнала синхронизации У3/22-В3-1 и У3/44-В3-3.	Проверьте исправность резистора R16 и при необходимости замените. Проверьте наличие сигнала в точке 7 (И23.263.026 Э3). При отсутствии сигнала проверьте переключатель В3 и исправность соединений.
11. Отсутствие развертки при работе прибора в режиме «АВТ».	Обрыв цепи времязадающих элементов R19—R24, R27, R30; C6—C23 (И22.044.071 Э3). Неисправен усилитель X (И22.051.006 Э3). Неисправна схема развертки (И23.263.026 Э3).	Проверьте на отсутствие обрыва времязадающих элементов. Проверьте наличие пилообразного напряжения на горизонтально отклоняющих пластинках ЭЛТ.
12. Развертка начинается и кончается в разных точках экрана ЭЛТ.	Обрыв в цепи блокировочных конденсаторов С17—С23 (И22.044.071 Э3).	Проверьте исправность транзисторов Т5, Т7, Т8, микросхем У5—У8 (И23.263.026 Э3). Проверьте отсутствие обрыва в цепи блокировочных конденсаторов, а также правильность подключения их в установленном диапазоне.

Вид неисправности	Вероятная причина неисправности	Методы устранения неисправности
13. Отсутствует перемещение луча по горизонтальной.	Неисправен усилитель X (микросхема У1; транзисторы Т1 и Т2; диод Д1 платы И22.051.006 Э3). Обрыв в цепи резисторов R8, R9, (И22.044.071).	Проверьте исправность элементов, неисправные замените. Проверьте прохождение сигнала на точки 11 и 12 платы И22.051.006 Э3.

13. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

13. 1. Профилактические работы проводятся с целью обеспечения нормальной работы осциллографа в течение его эксплуатации.

Рекомендуемая периодичность и виды профилактических работ:
визуальный осмотр — каждые 3 месяца;
внутренняя и внешняя чистка — каждые 6 месяцев;
смазка — каждые 12 месяцев.

13. 2. При осмотре внешнего состояния осциллографа проверьте крепление органов управления, плавность хода, четкость фиксации их, состояние лакокрасочных и гальванических покрытий, крепление деталей и узлов на шасси осциллографа, состояние контрфортов гаек, надежность паяк и контактных соединений, отсутствие сколов и трещин на деталях из керамики и пластмасс.

Проверьте комплектность осциллографа и исправность запасных частей.

Скопление пыли в осциллографе может вызвать перегрев и повреждение элементов, так как пыль служит теплоизолирующей прокладкой и уменьшает эффективность рассеивания тепла.

Внутри осциллографа пыль устраняйте продувкой сухим воздухом. Особое внимание обращайте на высоковольтные узлы и детали, так как скопление пыли в них может вызвать пробой. Пыль снаружи осциллографа удаляйте мягкой тряпкой.

Надежность работы переключателей и других вращающихся элементов можно увеличить смазкой. Для смазки основных втулок переключателей и других деталей используйте технический вазелин.

14. ПОВЕРКА ОСЦИЛЛОГРАФА

14.1. Операции и средства поверки

При проведении поверки должны производиться операции и применяться средства поверки, указанные в таблице 5.

Периодичность поверки один раз в год.

Таблица 5

Номера пунктов раздела поверки	Наименование операций, производимых при поверке	Поверяемые отметки	Допускаемые значения погрешностей или предельные значения определяемых параметров	Средства поверки	
				образцовые	вспомогательные
14.3.1	Внешний осмотр				Г5-56
14.3.2	Опробование				
14.3.3	Определение метрологических параметров				Г5-56 МПБ-2
а)	ширина линии луча: в центральной зоне горизонтальной линии;		0,7 мм		
	в центральной зоне вертикальной линии;		0,5 мм		
	на краях рабочей части экрана горизонтальной линии;		0,9 мм		
	на краях рабочей части экрана вертикальной линии		0,7 мм		
б)	погрешность коэффициентов отклонения каждого канала вертикального отклонения	Все положения переключателя «V/ДЕЛ» при широте изображения 2, 4 и 6 делений	±4 %	И1-9	
в)	погрешность коэффициентов развирток	Все положения переключателя «ВРЕМЯ/ДЕЛ» на участках длиной 8, 6, 4 делений в любом участке рабочей части развертки	±4 %	И1-5	
г)	время нарастания переходной характеристики каждого канала тракта вертикального отклонения	Все положения переключателя «V/ДЕЛ» для импульсов положительной или отрицательной полярности	35 нс	И1-11	

Продолжение табл. 5

Номера пунктов раздела поверки	Наименование операций, производимых при поверке	Поверяемые отметки	Допускаемые значения погрешностей или предельные значения определяемых параметров	Средства поверки	
				образцовые	вспомогательные
д)	выброс на переходной характеристике для каждого канала	То же	3 %	И1-11	МПБ-2
е)	время установления переходной характеристики каждого канала	"	100 нс	И1-11	МПБ-2
ж)	неравномерность переходной характеристики каждого канала: на участке установления, за пределами участка установления	Все положения переключателя «V/ДЕЛ» для импульсов положительной или отрицательной полярности	2,5 % 2 %	И1-11	МПБ-2
з)	спад вершины переходной характеристики	Положение переключателя «V/ДЕЛ» «0,01» для импульсов положительной полярности	10 %	Г5-56	МПБ-2

Примечания. 1. Вместо указанных в таблице 5 образцовых и вспомогательных средств поверки разрешается применять другие аналогичные измерительные приборы, обеспечивающие измерение соответствующих параметров с требуемой точностью.

2. Образцовые (вспомогательные) средства поверки должны быть исправны, поверены и иметь свидетельства (отметки в формулярах или паспортах) о государственной или ведомственной поверке.

Основные технические характеристики на образцовые и вспомогательные средства поверки указаны в таблице 6.

Таблица 6

Наименование средств поверки	Основные технические характеристики средств поверки		Рекомендуемое средство поверки (тип)	Примечание
	пределы измерения	погрешность		
Генератор импульсов	Импульсы любой полярности: длительность импульса $0,5-50 \cdot 10^3$ мкс; амплитуда $0,02-50$ В; длительность фронта не более 300 нс; частота следования $1 \text{ Гц}-100 \text{ кГц}$; время задержки $0,1-10 \cdot 10^3$ мкс. Импульсы положительной и отрицательной полярности: длительность импульса не менее 150 мкс; частота следования 3 кГц.		Г5-56	Для поверки органов регулирования коэффициентов развертки и отклонения
Генератор испытательных импульсов	Импульсы положительной и отрицательной полярности: длительность импульса $0,5-1$ мкс; частота следования $3-10 \text{ кГц}$; фронт не более 11 нс; амплитуда $0,020-60$ В; выброс на вершине не более 1%.		Г5-56	Длительный испытательный импульс
Калибратор осциллографа	Выходное напряжение $0,02 \pm 100$ В.	$\pm 1\%$	ИИ-9	Средний испытательный импульс
Микроскоп	Максимальный диаметр измеряемого отпечатка не менее 3 мм. Цена деления шкалы не более 0,1 мм		МПБ-2	

14. 2. Условия поверки и подготовка к ней

14. 2. 1. При проведении поверки необходимо соблюдать следующие условия: температура окружающего воздуха $(293 \pm 5)^\circ \text{K}$ ($20 \pm 5)^\circ \text{C}$; относительная влажность воздуха $(65 \pm 15)\%$; атмосферное давление $(100 \pm 4) \text{ кПа}$ [$(750 \pm 30) \text{ мм рт. ст.}$]; напряжение питающей сети $(220 \pm 4,4) \text{ В}$ для сети с частотой 50 Гц; $(220 \pm 4,4) \text{ В}$ или $(115 \pm 2,5) \text{ В}$ для сети с частотой 400 Гц; $(50 \pm 0,5) \text{ Гц}$; $(400 \pm 12) \text{ Гц}$ с содержанием гармоник до 5%.

Допускается проводить поверку в рабочих условиях, если при этом не ухудшится соотношение погрешностей поверяемого и образцового приборов. Помещение, в котором проводится поверка, не должно иметь вибраций, сотрясаний и источников сильных электромагнитных полей.

14. 2. 2. Перед проведением поверки необходимо выполнить подготовительные работы, оговоренные в разделе «ПОДГОТОВКА К РАБОТЕ» настоящего ТО, а также подготовить вспомогательные устройства (кабеля, нагрузки, разветвители и т. п.) из комплектов поверяемого осциллографа и образцовых средств поверки.

Поверяемый осциллограф и средства поверки должны быть заземлены и выдержаны во включенном состоянии в течение времени, указанного в эксплуатационной документации на них.

14. 3. Проведение поверки

14. 3. 1. Внешний осмотр.

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

поверяемый осциллограф должен быть укомплектован в соответствии с разделом 3 формуляра;

поверяемый осциллограф не должен иметь механических повреждений кожуха, крышек, лицевой панели, регулировочных и соединительных элементов, счетных 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 осциллографа.

Осциллограф к принадлежности, имеющие дефекты, бракуются и направляются в ремонт.

14. 3. 2. Опробование.

а) Допускается проводить опробование сразу после включения осциллографа.

б) Опробование проводят при помощи генератора импульсов.

Генератор импульсов должен выдавать на выходах напряжения, обеспечивающее проверку работоспособности осциллографа при всех значениях коэффициентов отклонения и развертки в различных режимах работы каналов вертикального и горизонтального отклонения. Допускается использование нескольких типов генераторов, перекрывающих необходимые диапазоны.

в) Проверку работы осциллографа в автоколебательном режиме производят по пп. 10. 1. 1-10. 1. 12 раздела «ПОРЯДОК РАБОТЫ» настоящего ТО.

г) Проверка работы органов регулировки коэффициента развертки.

Схема соединения приборов приведена на рис. 14.

Органы управления поверяемого осциллографа установить в следующее положение:

— тумблер выбора входов усилителя в положение « A »;

— органы управления синхронизации в положениях « $\text{A} +$ », «ВНЕШ.»;

- переключатель «V/ДЕЛ.» в положение «0,1»;
- органы управления разверткой в положениях «АВТ.» « $\square \times 1$ », «0,1 мС» и «ПЛАВНО» в крайнее правое положение.

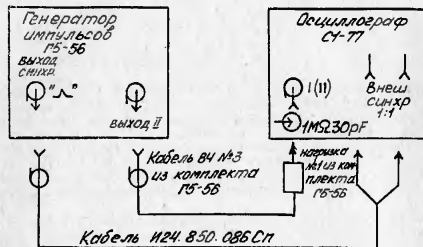


Рис. 14. Схема для проверки работы органов регулировки коэффициента развертки

Положение остальных органов управления осциллографа согласно пп. 10. 1. 1, 10. 1. 2, 10. 1. 3 раздела «ПОРЯДОК РАБОТЫ» настоящего ТО.

Подать от генератора при включенной внешней нагрузке в положении переключателя выходного напряжения «0,5 V» одиночные испытательные импульсы положительной полярности частотой 100 кГц. Органами регулировки генератора установить на экране ЭЛТ амплитуду основного импульса генератора 4 деления, его длительность 5 делений, а задержку относительно начала развертки 1—2 делений. Увеличивая фиксированные значения коэффициента развертки, наблюдать уменьшение ширины импульса на экране ЭЛТ. При достижении ширины изображения импульса половины деления длительность импульса увеличивают так, чтобы ширина изображения на экране ЭЛТ снова была равна пяти делениям по горизонтали, при этом частоту повторения уменьшить, а время задержки увеличить в 10 раз.

Работоспособность плавной регулировки коэффициента развертки проверяют в положении переключателя «ВРЕМЯ/ДЕЛ.» «1 мС». Для этого необходимо повернуть ручку «ПЛАВНО» в крайнее левое положение. Ширина изображения импульса на экране должна уменьшиться в 2,5 раза.

д) Проверка работы осциллографа в режиме внутреннего запуска.

Средства измерений соединяют как в п. 14. 3. 2г. Проверку работы осциллографа в режиме внутренней синхронизации проводят испытательными импульсами с параметрами и в положениях органов управления приборов аналогично исходным параметрам и положениям органов управления п. 14. 3. 2г.

Для перевода осциллографа в режим внутренней синхронизации необходимо переключатель вида синхронизации установить в положение «ВНУТР. I». С помощью ручки «УРОВЕНЬ» добиться устойчивого изображения импульса на экране ЭЛТ.

Затем уменьшить амплитуду импульсов генератора до 0,5 деления, при этом изображение импульса должно быть устойчивым. Нестабильность синхронизации не должна превышать 0,1 деления.

Допускается проводить дополнительную регулировку уровня синхронизации с помощью ручки «УРОВЕНЬ».

е) Проверка работы органов регулировки коэффициента отклонения I и II каналов.

Средства измерений соединить согласно рис. 14а.

Органы управления поверяемого осциллографа установить в следующие положения:

- переключатель «V/ДЕЛ.» I канала в положение «0,005»;
- переключатель развертки в положение «0,1 мС/ДЕЛ.»;
- переключатель вида синхронизации развертки в положение «ВНУТР. I»;
- остальные как в п. 14. 3. 2г.

Подать от генератора при включенной внутренней нагрузке в положении переключателя выходного напряжения «50 мV» одиночные испытательные импульсы положительной полярности частотой 1000 Гц. Органами регулировки генератора установить на экране ЭЛТ амплитуду импульса 5 делений, а длительность 5—6 деления.

Ручкой «УРОВЕНЬ» добиться устойчивого изображения импульса на экране ЭЛТ. Увеличивая фиксированные значения коэффициента отклонения, наблюдать уменьшение высоты изображения импульса на экране ЭЛТ. При достижении высоты импульса половины деления по вертикали амплитуду импульсов генератора увеличить так, чтобы высота изображения импульса на экране ЭЛТ снова была равна пяти делениям по вертикали.

В положении переключателя «V/ДЕЛ.» «0,5» произвести проверку действия ручки плавной регулировки коэффициентов отклонения, для чего необходимо повернуть ручку резистора «▷» влево до упора. Высота изображения должна уменьшиться не менее чем в 2,5 раза.

Для проверки работы органов регулировки коэффициента отклонения II канала необходимо:

- установить переключатель режима работы усилителя в положение «II»;
- тумблер выбора входов усилителя канала «II» в положение « $\sim$ »;
- переключатель вида синхронизации развертки в положение «ВНУТР. I, II».

Повторить п. 14. 3. 2г для канала II.

Неисправные осциллографы бракуются и направляются в ремонт.

14. 3. 3. Определение метрологических параметров.

а) Ширину линии луча в вертикальном направлении определяют методом косвенного измерения при помощи генератора импульсов Г5-56 (рис. 14а).

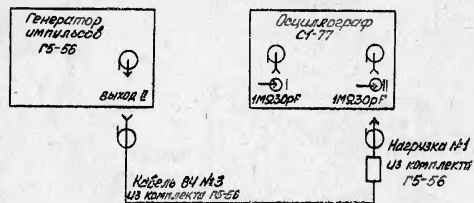


Рис. 14а. Схема для проверки ширины линии луча в вертикальном направлении

Установите частоту следования импульсов генератора 50 кГц, длительность импульсов 10 мкс, амплитуду импульсов 2 В.

Переключатель режима работы в положение «I».

Переключатель «V/ДЕЛ» первого канала осциллографа установите в положение «2», переключатели развертки — в положение «10 мкс», режим работы автоколесный.

На экране ЭЛТ наблюдайте две горизонтальные линии. Органами смещения по вертикали «↑» переместите изображение к верхней границе рабочего участка экрана ЭЛТ. Установите удобную для измерения яркость и сфокусируйте луч.

Измените амплитуду импульсов до значения U_1 , при котором светящиеся линии соприкасаются.

Переведите переключатель режима работы осциллографа в положение «II» и измерьте амплитуду импульсов U_1 на входе осциллографа. Ширину линии луча по вертикали d_v в мм рассчитывают по формуле:

$$d_v = \frac{U_1}{\alpha_v} \cdot 10, \quad (6)$$

где U_1 — амплитуда импульсов, В;

α_v — коэффициент отклонения по вертикали, В/дел.

Ширину линии луча в горизонтальном направлении измеряют при помощи генератора импульсов Г5-56 и источника пилообразного напряжения, в качестве источника ПН используется вспомогательный осциллограф С1-77 (рис. 146).

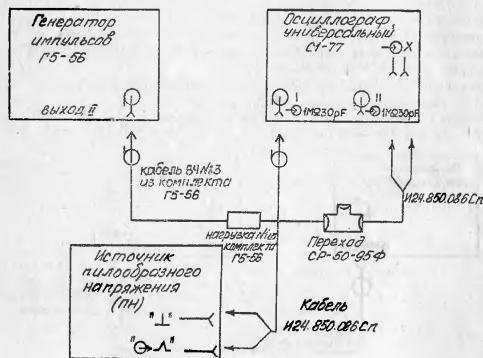


Рис. 146. Схема для определения ширины линии луча в горизонтальном направлении

Режим работы и значение параметров такие, как и при измерении ширины линии луча в вертикальном направлении.

На экране ЭЛТ наблюдайте две вертикальные линии. Изменяя значение коэффициента отклонения, установите высоту изображения линий возможно близкую к длине рабочего участка шкалы ЭЛТ по горизонтали.

Переключатель режимов работы установите в положение «II» и измерьте амплитуду импульсов на выходе генератора.

Коэффициент отклонения по горизонтали α_r рассчитать по формуле:

$$\alpha_r = \frac{U_2}{l}, \quad (7)$$

где U_2 — амплитуда импульсов на выходе генератора, В;

l — длина изображения по горизонтали, в делениях.

Вновь установите переключатель режимов работы в положение «I» и измените амплитуду импульсов до значения U_3 , при котором две светящиеся вертикальные линии соприкасаются. В положении переключателя режимов работы «II» измерьте амплитуду U_3 импульсов на выходе генератора.

Ширину линии луча d_r в миллиметрах по горизонтали рассчитайте по формуле:

$$d_r = \frac{U_3}{\alpha_r} \cdot 10, \quad (8)$$

где U_3 — амплитуда импульсов;

d_r — коэффициент отклонения по горизонтали.

Ширину линии луча в вертикальном и горизонтальном направлениях определяют в центральной зоне и на краях рабочей части экрана ЭЛТ.

б) Определение основной погрешности коэффициента отклонения.

Основная погрешность коэффициентов отклонения каждого канала определяется методом прямого измерения действительного значения коэффициента отклонения при помощи импульсного калибратора осциллографов И1-9 для всех коэффициентов отклонения (всех положений переключателя «V/ДЕЛ») при величине изображения на экране 2, 4 и 6 делений.

Измерения производить в зоне размером 2 деления, расположенной симметрично относительно вертикальной оси, при симметричном расположении испытательного сигнала относительно горизонтальной оси.

Перед измерениями необходимо произвести калибровку усилителя вертикального отклонения согласно п. 10.1.7 и п. 10.1.8 раздела «ПОРЯДОК РАБОТЫ» настоящего ТО.

Подать на вход «⊕ 1MΩ 30pF» проверяемого канала сигнал частотой 1 кГц от калибратора осциллографов И1-9.

Для каждого положения переключателя «V/ДЕЛ» ручкой плавной регулировки выходного напряжения калибратора осциллографов И1-9 высоту изображения на экране ЭЛТ подстраивают до требуемой высоты 2, 4 и 6 делений и проводят отсчет погрешности в процентах по шкале индикатора калибратора И1-9.

Примечание. Допускается параллельная проверка обоих каналов в режиме «↔» при параллельной подаче сигнала на оба канала.

Основная погрешность коэффициентов отклонения для каждого канала должна не превышать ±4 %.

в) Определение основной погрешности коэффициентов развертки.

Основная погрешность калиброванных коэффициентов развертки определяется методом прямых измерений с помощью калибратора осциллографов ИИ-9 для всех калиброванных коэффициентов развертки.

Перед началом измерений проверить калировку длительностей разверток осциллографа согласно п. 10. 1. 8 раздела «ПОРЯДОК РАБОТЫ» настоящего ТО. Измерения проводятся в зоне размером 2 деления, расположенной симметрично относительно горизонтальной оси при совмещении рабочей части развертки с рабочей частью экрана на участках 3, 4, 6 и 8 делений в любом участке рабочей части развертки.

Для каждого коэффициента развертки, устанавливаемого переключателем «ВРЕМЯ/ДЕЛ», кроме 0,2 и 0,1; 2; 20; 200; 2; 10³; 2; 10⁴ мкс/дел с растяжкой, период острокопечных импульсов калибратора подстраивается так, чтобы на измеряемом участке 4, 6, 8 делений шкалы укладывалось 4, 6 и 8 периодов острокопечных импульсов. Для развертки 0,2 мкс/дел с растяжкой период сигнала калибратора подстраивается так, чтобы на участке 5 делений укладывалось 2 периода острокопечных импульсов, а для развертки 0,1 мкс/дел на участке 5 делений 1 период.

Для коэффициентов развертки 2; 20; 200; 2; 10³; 2; 10⁴ мкс/дел с растяжкой периода острокопечных импульсов калибратора подстраивается так, чтобы на измеряемом участке 4, 6, 8 делений шкалы укладывалось соответственно 8, 12, 16 периодов острокопечных импульсов.

Погрешность калиброванных коэффициентов развертки отсчитывается по стрелочному индикатору калибратора ИИ-9.

Основная погрешность коэффициентов развертки не должна быть $\pm 4\%$.
г) Определение времени нарастания переходной характеристики каждого канала тракта вертикального отклонения.

Время нарастания переходной характеристики каждого канала тракта вертикального отклонения определяется методом прямых измерений во всех положениях переключателя «V/ДЕЛ» обоих каналов путем поочередной подачи на входы тракта вертикального отклонения испытательного импульса частотой следования 3 кГц от генератора ИИ-11 согласно рис. 14а.

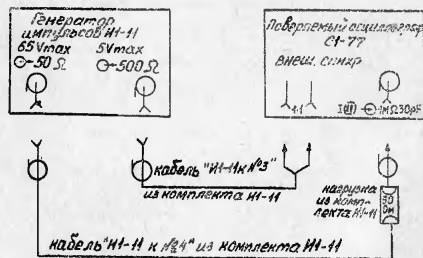


Рис. 14а. Структурная схема измерения параметров переходной характеристики

Проверка проводится импульсами положительной или отрицательной полярности. На экране ЭЛТ установить амплитуду изображения импульса, равную 6 делений, и время нарастания переходной характеристики t_r (рис. 15а) определяется как интервал времени, в течение которого происходит нарастание переходной характеристики от уровня 0,1 до 0,9 амплитуды.

Переключатель режима работы тракта вертикального отклонения установить в положение, соответствующее проверяемому каналу, вход схемы синхронизации установить закрытым, переключатель коэффициентов развертки установить в положение $\leq 0,1 \mu\text{s}$, множитель развертки установить «X0,2», переключатель рода синхронизации установить в положение «ВНЕШ».

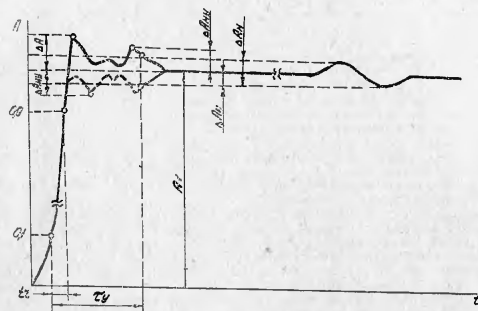


Рис. 15а. Измерение выброса на переходной характеристике, времени нарастания, времени установления и неравномерности переходной характеристики

Время нарастания переходной характеристики должно быть не более 35 нс.

Примечание. Проверка времени нарастания переходной характеристики допускается производить при величине изображения на экране ЭЛТ меньше 6 делений, но не менее 2, 4 деления.

д) Определение величины выброса на переходной характеристике каждого канала тракта вертикального отклонения.

Средства измерений соединить согласно рис. 14в.

Величина выброса на переходной характеристике каждого канала тракта вертикального отклонения определяется методом прямых измерений во всех положениях переключателя «V/ДЕЛ» путем подачи на вход осциллографа испытательных импульсов от генератора ИИ-11 с исходными параметрами и в положениях органов управления осциллографа аналогично п. 14. 3. 3г, а размах изображения импульсов на экране при этом устанавливается 5 делений.

Измеряется выброс ΔA (рис. 15а) на изображении импульса с помощью микроскопа МПБ-2.

Величина выброса δ_v в процентах определяется по формуле:

$$\delta_v = \frac{\Delta A}{A_1} \cdot 100, \quad (9)$$

где ΔA — величина выброса, в мм;

A_1 — высота изображения импульса, равная 50 мм.

Величина выброса должна быть не более 3 %.

Примечание. Измерение величины выброса на переходной характеристике допускается проводить при величине изображения на экране меньше 5 делений, но не менее 2,4 деления.

с) Определение времени установления переходной характеристики каждого из каналов тракта вертикального отклонения.

Средства измерений соединяют согласно рис. 14в.

Время установления переходной характеристики определяется методом прямых измерений во всех положениях переключателя «V/ДЕЛ» путем подачи на его вход испытательных импульсов от генератора ИИ-11 с исходными параметрами и в положениях органов управления осциллографа аналогично п. 14. 3. 3г; а высота изображения импульсов на экране при этом устанавливается 6 делений.

Время установления переходной характеристики t_u (рис. 15а) измеряется как интервал времени от уровня 0,1 высоты изображения импульса до момента, когда значение переходной характеристики после выброса достигнет величины неравномерности установившегося значения равной 2 %.

Момент времени, при котором величина неравномерности достигает значения равного 2 %, определяется с помощью микроскопа МПБ-2. Время установления переходной характеристики должно быть не более 100 нс.

ж) Определение неравномерности переходной характеристики каждого из каналов вертикального отклонения.

Неравномерность переходной характеристики определяется методом прямых измерений для каждого канала во всех положениях переключателя «V/ДЕЛ» путем подачи на его вход сигнала испытательного импульса положительной или отрицательной полярности от генератора ИИ-11 с исходными параметрами и в положениях органов управления осциллографа аналогично п. 14. 3. 3г. При этом синхронизация осциллографа должна быть внутренней.

Затем проверка проводится импульсами длительностью 150 мкс положительной или отрицательной полярности генератора ИИ-11 в режиме II для каждого канала в положениях переключателей коэффициентов отклонения от 0,01 В/дел до 1 В/дел включительно.

Измерения проводятся при высоте изображения импульса на экране равной 6 делений.

Неравномерности переходной характеристики ΔA_n и ΔA_{ny} измеряются с помощью микроскопа МПБ-2 по шкале экрана осциллографа как наибольшее отклонение от установившегося значения (от линии опроксимирующей вершину) на участке установления и за пределами участка установления.

Неравномерности δ_n и δ_{ny} (рис. 15а) в процентах определяются по формулам:

$$\delta_n = \frac{\Delta A_n}{A_1} \cdot 100; \quad (10)$$

$$\delta_{ny} = \frac{\Delta A_{ny}}{A_1} \cdot 100, \quad (11)$$

где A_1 — высота изображения импульса, равная 60 мм;

$\Delta A_n, \Delta A_{ny}$ — наибольшее отклонения изображения от установившегося значения, в мм.

Требования к неравномерности следует считать выполненными, если величина неравномерности переходной характеристики не превышает 2,5 % на участке установления и 2 % за пределами участка установления.

Примечания. 1. На линии развертки могут наблюдаться синхронные и несинхронные наводки с частотой сети, преобразователя и прочие шумы. Величина их не должна превышать одной допустимой ширины линии луча и определяется как наибольшее отклонение луча (выброс или впадина) от горизонтальной линии. При последовательном соединении каналов величина наводок не должна превышать 0,2 деления.

2. Проверку неравномерности переходной характеристики допускается проводить при высоте изображения на экране не менее 6 делений, но не менее 2,4 деления.

3. Определение спада вершины переходной характеристики обоих каналов тракта вертикального отклонения.

з) Спад вершины переходной характеристики каждого канала тракта вертикального отклонения при закрытом входе подачи на вход каждого из каналов осциллографа в калиброванном положении «0,01» переключателя коэффициента отклонения испытательного импульса положительной полярности длительностью 10 мс частотой 50–60 Гц от генератора Г5-56.

Средства измерений соединяют согласно рис. 14в.

На вход проверяемого канала необходимо включить внешнюю нагрузку 50 Ом. Переключатель режимов работы тракта вертикального отклонения установить в положение, соответствующее проверяемому каналу, переключатель полярности канала II установить в положение «+», переключателем рода синхронизации установить внутреннюю синхронизацию, осуществляемую испытательным импульсами положительной полярности от проверяемого канала, коэффициент развертки установить 1–2 мс/дел.

Регулировкой выхода генератора высоту изображения импульса на экране установить 5 делений и засинхронизировать изображение. Величина спада переходной характеристики $\delta_{сп}$ в процентах определяется в соответствии с рис. 15б по формуле:

$$\delta_{сп} = \frac{\Delta A_{сп}}{A_1} \cdot 100, \quad (12)$$

где $\Delta A_{сп}$ — величина спада вершины импульса, в мм;

A_1 — высота изображения импульса равная 50 мм.

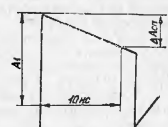


Рис. 15б. Измерение спада вершины импульса
Спад вершины переходной характеристики должен быть не более 10 %.

14. 4. Оформление результатов поверки

14. 4. 1. Результаты первичной поверки при выпуске из производства и ремонта осциллографа оформляют отметкой в формуляре.

14. 4. 2. На осциллограф, признанный годным при поверке в органах Госстандарта СССР, выдают свидетельство установленной формы.

14. 4. 3. Результаты периодической ведомственной поверки оформляются документом, составленным ведомственной метрологической службой.

14. 4. 4. При отрицательных результатах поверки осциллограф в обращение не допускают.

15. ПРАВИЛА ХРАНЕНИЯ

15. 1. Сохранение работоспособности осциллографа зависит также от условий хранения.

Если предполагается, что осциллограф длительное время не будет находиться в эксплуатации, требуется его консервация, консервацию производите в следующем порядке:

а) очистите осциллограф и ЗИП от пыли. Если осциллограф подвергался воздействию влаги, просушите его в лабораторных условиях в течение двух суток;

б) вилки, розетки, разъемы шнуров питания и кабелей заверните в промасленную бумагу и обвяжите этикеткой;

в) на металлические детали лицевых панелей, не имеющих лакокрасочных покрытий, нанести консервационную смазку ЦИАТИМ-201.

г) поместите осциллограф в упаковочный ящик и опломбируйте его.

Периодически, не реже одного раза в 12 месяцев, необходимо осциллограф включать на 2 часа для тренировки электролитических конденсаторов.

15. 2. Осциллограф должен храниться в условиях:

температура воздуха от минус 50 до +40 °С;
относительная влажность 98 % при температуре +25 °С и ниже без конденсации влаги.

• Допускается длительное хранение осциллографа в неотапливаемом хранилище.

Срок хранения осциллографа 10 лет.

После длительного хранения осциллограф и ЗИП подвергаются тщательному осмотру и очистке от предохранительной смазки и пыли. Обнаруженные места коррозии зачистить и покрыть защитным лаком.

16. ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ

16. 1. Тара, упаковка и маркировка упаковки

Подготовка осциллографа к упаковке должна производиться только после полного выравнивания температуры осциллографа с температурой воздуха помещения, где производится упаковка.

Помещение, в котором производится подготовка к упаковке, должно быть чистым, относительная влажность в нем не должна превышать 80 %, температура должна поддерживаться в пределах + (15—25) °С.

Осциллограф, подлежащий упаковке, не должен иметь поврежденных антикоррозийных покрытий, должен быть чистым и при необходимости обработан предохраняющим материалом (смазка, нанесенный споник и т. п.).

Осциллограф, подготовленный к упаковке, укладывается в чехол из пленки полиэтиленовой. Внутри чехла помещаются также мешочки с силикагелем и влагопоглотитель, после чего он герметически заворачивается и укладывается в гнездо укладочного ящика.

Эксплуатационная документация помещается в чехол из полиэтиленовой пленки, после чего он герметически заворачивается и укладывается в укладочный ящик.

Запасные части и принадлежности, подготовленные к упаковке, помещаются в полиэтиленовый чехол с мешочком силикагеля, после чего он герметически заворачивается и укладывается в гнездо укладочного ящика.

После укладки осциллографа, эксплуатационной документации и ЗИПа укладочный ящик опломбируется.

На укладочный ящик должен быть нанесен шифр осциллографа и заводской номер (рис. 16).

Укладочный ящик обертывается бумагой, пересвязывается шпагатом и помещается в тарный ящик. Между стенками тарного ящика и укладочным ящиком помещаются подушки из гофрированного картона.

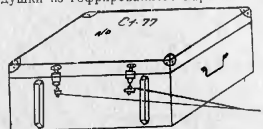


Рис. 16. Ящик укладочный

Тарный ящик пломбируется, торцы обтягиваются стальной лентой, концы которой скрепляются в замок. На тарном ящике должны быть нанесены машинописные знаки, наименование группополучателя и пункта назначения, наименование пункта перегрузки, наименование пункта отправления, объем грузовой массы нетто-и брутто, шифр и заводской номер осциллографа (рис. 17).

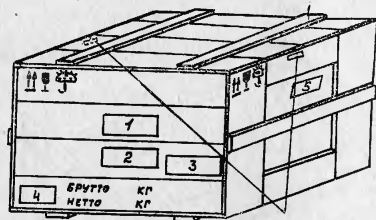


Рис. 17. Ящик тарный

Для осциллографов возможна упаковка в коробке из полистирола ПСВ-1 (рис. 18) с последующей упаковкой в тарный ящик (рис. 19), изготовленный из волостойкого картона с карнасом из древесины.

16. 2. Условия транспортирования

Сохранение работоспособности осциллографа зависит от условий их транспортирования. При транспортировании осциллографа он подвергается воздействию вибраций, ударов и линейных нагрузок. Возможны удары при погрузке и разгрузке. Поэтому перед транспортированием осциллограф должен быть упакован, а в упаковочной таре для соблюдения этих воздействий предусмотрена амортизация. При транспортировании осциллограф должен быть надежно укреплен, чтобы исключить смешение и удары при торможении, качке и т. д.

Осциллограф должен транспортироваться в условиях, не превышающих заданных предельных условий:

температура воздуха от минус 30 °С до +65 °С;
относительная влажность до 98 % при температуре +35 °С.

Транспортирование осциллографа возможно всеми видами транспорта в транспортной таре при условии защиты от прямого воздействия осадков. Не допускается кантовка осциллографа.

При транспортировании воздушным транспортом осциллографы в упаковке должны размещаться в герметизированных отсеках.

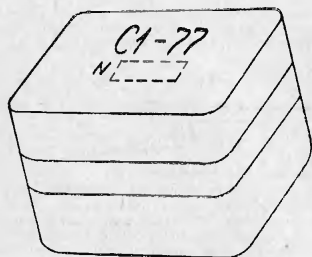


Рис. 18. Упаковка полистирольная

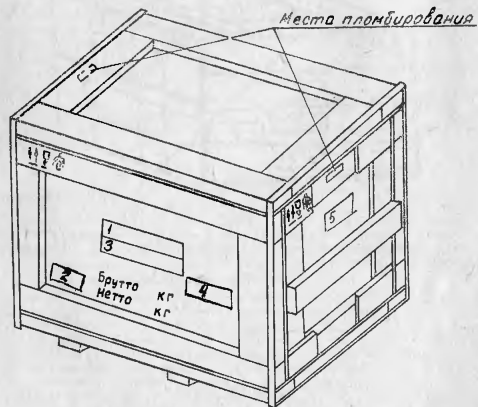


Рис. 19. Ящик тарный

1. Наименование грузополучателя и пункт назначения
2. Объем грузового места
3. Наименование пункта перегрузки
4. Наименование пункта отправления
5. Шифр и заводской номер осциллографа

КАРТЫ РАБОЧИХ НАПРЯЖЕНИЙ

НАПРЯЖЕНИЕ НА ЭЛЕКТРОДАХ МИКРОСХЕМ

Таблица 1

Позицион- ное обо- значение	Номера выходов	Напряжение, В												Примечание
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	

Усилитель У предварительный (И22.035.179 ЭЗ)

У3	+0,76	+0,76	0	0	—	—	-3,9	—	-6,3	-3,9	—	—	-3,9	+6,3	+6,3
У4	+0,76	+0,76	0	0	—	—	-3,9	—	-6,3	-3,9	—	—	-3,9	+6,3	+6,3
У5	0	0	-0,6	-0,6	—	—	-6,3	—	+6,3	+2,15	—	—	+2,1	+2,1	+2,1
У6	-0,7	-0,6	-1,3	-1,25	—	—	-6,3	—	+6,3	+2,8	—	—	+2,2	+2,85	+2,2
У7	0	0	-0,6	-0,6	—	—	-6,3	—	+6,3	+2	—	—	+2,1	+2,1	+2,1
У8	+3,9	—	—	+6,3	—	—	—	+3	+5,9	+3,8	+4,5	+3,75	—	—	+5,9
У9	—	+2,55	-0,6	-1,3	—	—	1,3	-0,6	+2,6	—	—	—	—	—	—
У10	—	+3,75	-0,6	-1,2	—	—	1,3	-0,6	+3,7	—	—	—	—	—	—
У11	+3,1	+3,8	+3,1	+2,4	+3,1	+3,5	+3,1	+3,7	—	—	—	—	—	—	—
У12	+4,4	+3,8	+4,1	+4,9	+4,2	+4,9	+4,2	+3,7	—	—	—	—	—	—	—
У13	+1	+5,9	+5,2	+2,35	—	—	-2,8	—	-2,8	-6,3	—	—	-6,3	+6,3	+6,3
У14	+3,8	+3,7	+3	+3	—	—	-3	—	-3	-6,3	—	—	-6,3	+6,3	+6,3
У15	0	+0,6	+0,6	0	—	0	+6	-0,65	+0,6	0	0	-0,6	—	—	—

Перескопитель
режима работы
в положении
«КАНАЛ II»

Перескопитель
режима работы
в положении
«КАНАЛ I»

Перескопитель
режима работы
в положении
«КАНАЛ II»

Продолжение таблицы 1

Позицион- ное обо- значение	Номера выходов	Напряжение, В														Примечание
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
Усилитель У выходной (И22.035.178 ЭЗ)																
У1	—	+3,2	+4	+3	—	+3	+3,8	+8	—	—	—	—	—	—	—	—
У2	+8,2	+7,9	+7	+7,5	+2,5	—	+2,7	0	—	—	—	0	+12,6	+12,6	+12,6	—
Усилитель Х и калибратор (И22.051.006 ЭЗ)																
У1	—	-12,6	—	—	—	—	-12,6	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Генератор развертки (И22.263.026 ЭЗ)																
У2	—	+4,5	0	-0,88	—	-0,88	-1	+4,1	—	—	—	—	—	—	—	—
У3	-6,3	—	—	—	-5,1	—	+1,0	—	+6,3	+2,1	—	—	—	—	—	—
У4	+2,1	-0,25	-0,84	—	-0,84	0	+5,3	—	—	—	—	—	—	—	—	—
У5	+3	+3,0	+0,3	+5,8	+5,6	+3,6	+5,8	+2,8	+1	+0,7	+0,45	+3,6	—	—	—	—
У7	—	+11,8	+1	+0,5	—	+1	+1,6	+1,1	—	—	—	—	—	—	—	—
У8	—	+1,9	+0,7	0	—	+1,2	+1,7	+11,8	—	—	—	—	—	—	—	—

Ручка «УРОВ-
НЬ» и сред-
ней положени-
и. Угол поворота
регулятор раз-
вертки «ХИЩ-
ЖЕЛ»

Ручка «Уро-
вень» по
средствам
Тумблер режима
работы и «Уро-
вень» «КАНАЛ II»

Позиционное обозначение	Напряжение, В														Примечание
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
Стабилизатор (И23.233.090 Э3)															
У1	—	—	—	—	—	—	—	—	10,6	+20	+9,9	—	+20	+27,5	+19,5
Стабилизатор (И23.233.089 Э3)															
У1	+7,5	0	+7,5	—	—	+7,5	+8	+6,8	—	—	—	—	+0,5	—	—
У2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Относительно шина минус 18 В															

Карта напряжений на электродах транзисторов

Поз. обозначение	Тип транзистора	Напряжение, В			Примечание
		коллектор	эмиттер	база	
Усилитель У предварительный (И22.035.178 Э3)					
T5	2Т326Б	—0,6	+2,85	+2,2	Усилитель У сбалансирован, линия развертки по вертикали в центре экрана
T6	2Т326Б	—0,6	+2,85	+2,2	
T7	2Т326Б	—0,62	+2,85	+2,1	
T8	2Т326Б	—0,62	+2,85	+2,1	
T9	2Т326Б	—0,28	—6,3	—0,9	То же
T10	2Т326Б	+0,4	+3,9	+3	Переключатель режима работы в положении «КАНАЛ I»
Усилитель У выходной (И22.035.178 Э3)					
T1	2Т602Б	+45	+6,8	+7,4	Линия развертки в центре экрана
T2	2Т602Б	+45	+6,8	+7,4	
Усилитель X и калибратор (И22.051.006 Э3)					
T1	2Т312Б	+4,75	0	+0,6	Переключатель синхронизации в положении «  X»
T2	2Т326Б	+0,35	+5,15	+4,66	
T3	2Т326Б	+0,3	+5,3	+4,8	
T4	2Т326Б	—10,8	+1,6	+0,94	Световое пятно в центре экрана
T5	2Т326Б	—10,8	+1,65	+0,98	
T6	2Т602Б	+54,5	+1	+1,65	
T7	2Т602Б	+55,3	+1	+1,65	
Усилитель Z (И22.002.062 Э3)					
T1	2Т602Б	+94	+30,2	+29	Переключатель вида синхронизации «  X»
T2	2Т602Б	+28	—0,6	0	
T3	2Т312Б	+6,3	—0,7	—0,1	Световое пятно в центре экрана

Поз. обозначение	Тип транзистора	Напряжение, В			Примечание
		коллектор	эмиттер	база	
Генератор развертки (И23.263.026 Э3)					
T1	2Т306В	+4,5	−0,4	0	Тумблер выбора режима работы генератора в положении «ЖДУЩ.» (На экране ЭЛТ развертка отсутствует) Ручка «УРОВЕНЬ» в среднем положении
T2	2Т326В	−1,85	+5	+4,55	
T3	2Т326В	0	+5,3	+4,6	
T4	2Т326В	0	+6	+5,3	
T5	1Т311А	+5	0	0	
T6	2Т326В	−6,3	−0,6	0	
T7	1Т306В	+5,8	0	0	

Осциллограф универсальный С1-77 (И22.044.071 Э3)

T1	2Т803А	+27,5	+18,2	+19,5	Относительно шины минус 18 В
T2	П701А	+27,5	+18,6	+19,4	

Стабилизатор (И23.233.089 Э3)

T1	2Т603А	+1,5	0	+0,7
T2	2Т603А	+8	+6,3	+6,8

Карта напряжений на электродах полевых транзисторов

Таблица 3

Поз. обозначение	Тип транзистора	Напряжение, В			Примечание
		сток	исток	затвор	
Усилитель У предварительный (И22.035.179 Э3)					
T1	2П303Д	+6,3	+0,8	0	
T2	2П303Д	+6,3	+0,8	0	
T3	2П303Д	+6,3	+0,8	0	
T4	2П303Д	+6,3	+0,8	0	

Генератор развертки (И23.263.026 Э3)

T8	2П303Д	+11,5	+2,2	+1	Тумблер выбора режима в положении «ЖДУЩ.» (На экране развертка отсутствует)
----	--------	-------	------	----	---

Карта напряжений на ЭЛТ (Л6)

Таблица 4

Номера выводов	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Напряжение, В	~6,3	-900 $\pm$ 1100	-1500 $\pm$ 1500	-1500 $\pm$ 1500	-(1050 $\pm$ 1250) -1500 $\pm$ 1500	0 $\pm$ 100	0 $\pm$ 100	+(90 $\pm$ 250) -250 $\pm$ 250	+225 $\pm$ 250	+50 $\pm$ 100	-	-125 $\pm$ 50	+50 $\pm$ 50	~6,3	+4000

Примечания: 1. Напряжения, приведенные в табл. 1, 2, 3, 4, измеряются относительно корпуса осциллографа, кроме контакта 1 ЭЛТ (Л6), которое измерено относительно контакта 14.

2. Напряжения до 1 кВ измеряются цифровым вольтметром ВУ-16, а напряжения более 1 кВ — киловольтметром С50.

3. Все измерения проводятся при номинальном напряжении питающей сети.

4. Значения измеренных напряжений могут отличаться от указанных в таблицах 1, 2, 3, 4 не более чем на $\pm 30\%$ ($\pm 0,3$ В), но не должны превышать предельно допустимых паспортных данных.

5. Контакты 1 и 14 на ЭЛТ (Л6) находятся под потенциалом минус 1500 В.

ПРИЛОЖЕНИЕ 2
КАРТЫ ИМПУЛЬСНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ

Таблица 1				
Форма импульсных напряжений на электродах транзисторов.				
Поз. обозначение	База	Эмиттер	Коллектор	Примечание
И22.044.07433				
T3				Измерения производить относительно +18В
T4				Измерения производить относительно +18В.
Усилитель предварительный У (И22.035.17933)				
T5				
T6				
T7				

Продолжение табл. 1				
Поз. обозначение	База	Эмиттер	Коллектор	Примечание
T8				
T9				
T10				
Усилитель У выходной (И22.035.17833)				
T1				Изображение на экране спектрографа относительно дрота дрота на 1см

Продолжение табл. I

Поз. обозначение	База	Эмиттер	Коллектор	Примечание
T2				Переключатель режима работы в положении "..." . Изображение на экране смещено относительно друг друга на 1 см.
Генератор развертки (H23.253.026.33)				
T1				
T2				
T3				
T4				
T5				

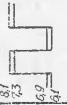
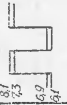
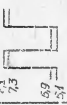
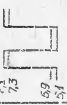
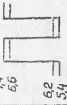
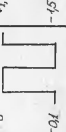
Поз. обозначение	База	Эмиттер	Коллектор	Примечание
T6				
T7				
Стабилизатор (H23.253.020.33)				
T1, T2				Измерение проводить относительно -18 В
Усилитель Z (H22.002.062.33)				
T1				Переключатель режима работы в положении "канал I"
T2				

Пос. обозначение	База	Эмиттер	Коллектор	Примечание
Усилитель X и калибратор (И22 051.00533)				
T1	+0,64  +0,6		+7,2  +5,0	
T2	+9,2  +5,0	+8  +5,0	+9,18  -0,3	
T3		+6,2  +0,18	+0,18  -0,3	
T4	+1,1  +1,0	+1,4  +1,3		
T5	+1,2  +1,3	+6,5  +3,5		
T6	+1,4  +1,3		+20  +20	

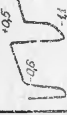
Таблица 2				
Формы импульсных напряжений на электродах полых транзисторов				
Пос. обозначение	Затвор	Исток	Сток	Примечание
Усилитель Y предварительный (И22 035.17933)				
T1, T3	+0,05  -0,05	+0,9  +0,8		Переключатели "УДЕЛ" в положении "▼5 АЕЛ"
Генератор развертки (И23 263.02633)				
T8	+1,8  +1,75	+2,3  +2,25		

Продолжение табл. 3				
Номер контакти	1	2	7	8
У11, У12				
Номер контакти	1	2	3	4
У13				
Номер контакти	1	2	3	4
У14				

Продолжение табл. 3				
Номер контакти	1	3	4	8
У15				
				Примечание: Перекрестные соединения в положении "..."

Продолжение табл. 3					
Усилитель У выходной (И22 035.178 03)					
Номер контакта	2	8	Примечание		
У1					
У2			3	4	 Изображение на экране смещено относительно нуля сигнала на 1 см
Генератор референсы (И23 263 026 33)					
Номер контакта	3	7	8		
У2					

Продолжение табл. 3

Номер контакта	5	9	10	Примечание	
У3					
У4				8	
У5				8	
У7					

Продолжение табл. 3

Номер контура	2	6	7	Примечание
48				
Усилитель X и калибратор (изг. 080.000.0033)				
Номер контура	5	9	10	
49				
Стабилизатор (изг. 233.000.0033)				
Номер контура	15	25		Отношение -10.5
49				

Примечания: 1. Для контроля импульсных напряжений на электродах транзисторов и микросхем используется осциллограф С1-73.
 2. На электродах микросхем и транзисторов, напряжение которых не изменяется (постоянно), эпюры напряжений не приводятся.
 3. Все напряжения измерены при номинальном значении питающей сети.
 4. Значения постоянных и импульсных напряжений могут отличаться от указанных в приложениях 1 и 2 не более чем на $\pm 20\%$ (± 0.5 В).

Приложение 3

Электрические данные монтажных изделий

Трансформатор И24.730.201.

Данные трансформатора									
Схема обмотки	Номер обмотки	Номер выв.-да	Напр. нагр. В	Ток нагр. А	Напр. х/х В	Ток х/х А	Число витков	Диаметр провода, мм	Рабочая частота, кГц
	I	1-2	4,7	0,01	4,7	0,005	200	0,1	$f_r = 9-0,5$ кГц
		2-3	4,7		4,7		200		
	II	4-5	2	0,01	2,04		87		
		5-6	2		2,04		87		

Сердечник М2000 НМ1-17 $16 \times 10 \times 4,5$ -I

Трансформатор И24.730.224

Данные трансформатора									
Схема обмотки	Номер обмотки	Номер выв.-да	Напр. нагр. В	Ток нагр. А	Напр. х/х В	Ток х/х А	Число витков	Диаметр провода, мм	Рабочая частота, кГц
	I	1-2	18	0,1	18	0,01	106	0,2	$f_r = 9-0,5$ кГц
		2-3	18		18		106		
	II	4-5	4,8	0,03	1,87		11	0,1	
		5-6	1,8		1,87		11		
	III	7-8	10	0,005	10,3		61		
	IV	9-10	15	0,07	15,6		92	0,2	
		10-11	15		15,6		92		

Сердечник М2000 НМ1-17 $20 \times 12 \times 6$ -I

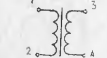
Трансформатор И24.730.225

Данные трансформатора									
Схема обмотки	Номер обмотки	Номер выводов	Напр. обмотки В	Ток напр. А	Напр. х/х В	Ток х/х А	Число витков	Диаметр провода, мм	Рабочая частота, кГц
	I	1-2	101	0,027	101	0,1	133	0,1	
		2-3	101		101		133		
		3-4	151	0,002	155		198		
		4-5	500		510		652		
		5-6	50		51		65		
	II	7-8	10	0,13	102	0,2	13	0,2	
		9-10	10		102		13		
	III	11-12	613	0,3	631	0,35	8	0,35	
		13-14	18		18		23		
	IV	14-15	18	0,5	18	0,51	23	0,51	

Сердечник М2000НМ1-17 К 28×16×9-2

Трансформатор АТТ-4.700.001										
Данные трансформатора										
Схема обмотки	Номер обмотки	Номер выв. об.	Напр. В	Ток А	Напр. х/х В	Ток х/х А	Число витков	Диаметр провода, мм	Рабочая частота, Гц	
	I	1-2	115	0,37	113	0,03	975	0,31	fp = 4000 Гц	
		1-3	220	0,04	220	0,05	890	0,23		fp = 50 Гц
	II	4-5	23	0,8	25,8	0,05	219	0,55		
		5-6	23		25,8		219			
	III			0,05		0,05		0,05		
Сердечник М2000НМ1-17 К 28×16×9-2										

Трансформатор И24.731.020

Электрическая схема	Номер вывода	Кол. витков	Индуктивность, мкГн	Провод	Вид обмотки
	1-2	10	46±20 %	ПЭТВ 0,23	Кольцевая в два провода
	3-4	10			

Сердечник М2000НМ1-17 К7×4×2

Индуктивность И24.777.020

Электрическая схема	Номер вывода	Кол. витков	Индуктивность, мкГн	Провод	Вид обмотки
	1-2	14	85±10 %	ПЭТВ 0,31	Кольцевая виток к витку

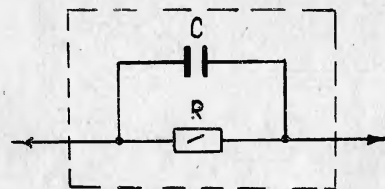
Сердечник М2000НМ1-17 К7×4×2

Отклоняющая система И24.791.004

Электрическая схема	Номер вывода	Кол. витков	Сопротивление обмотки, кОм	Провод	Вид обмотки
	1-2	5500	2±0,02	ПЭТВ 0,12	Открытая многослойная, виток к витку

ПРИЛОЖЕНИЕ 4

Схема RC цепочки для определения входной емкости



R — резистор С2-13-0,25-1 МОм±0,5 %-А
C — конденсатор КТ-1-М47-33 пФ±5 %-3

СХЕМЫ РАСПОЛОЖЕНИЯ ОСНОВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

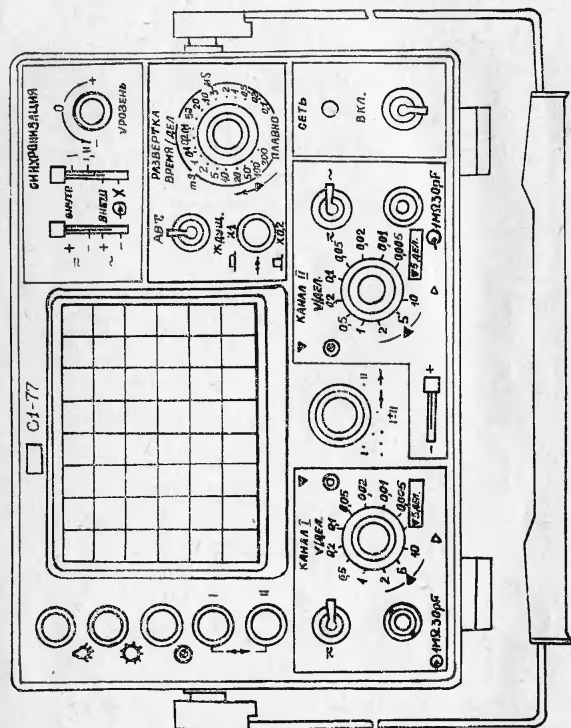


Рис. 1. Вид спереди

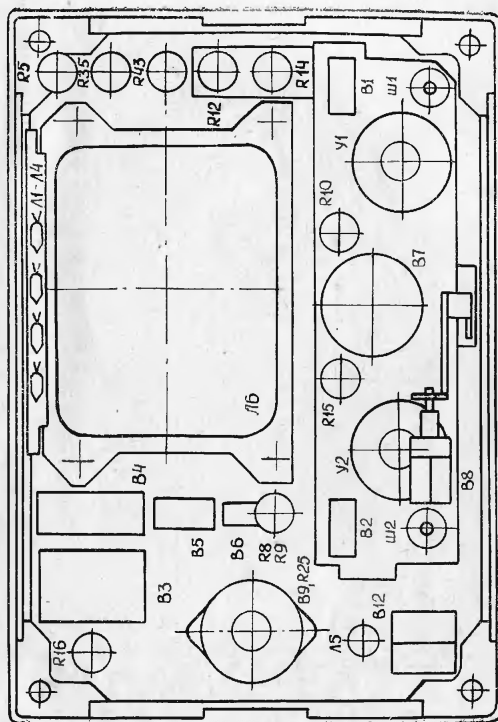


Рис. 2. Вид на переднюю панель сзади

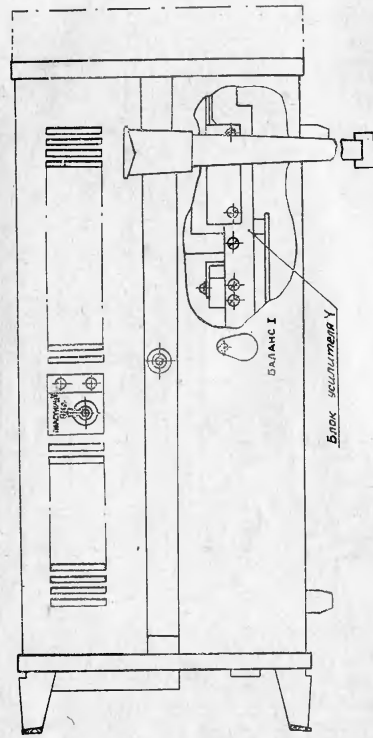


Рис. 3 Вид слева

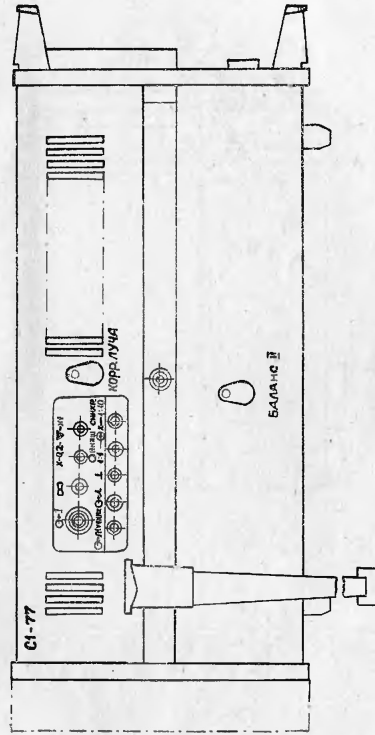


Рис. 4 Вид справа

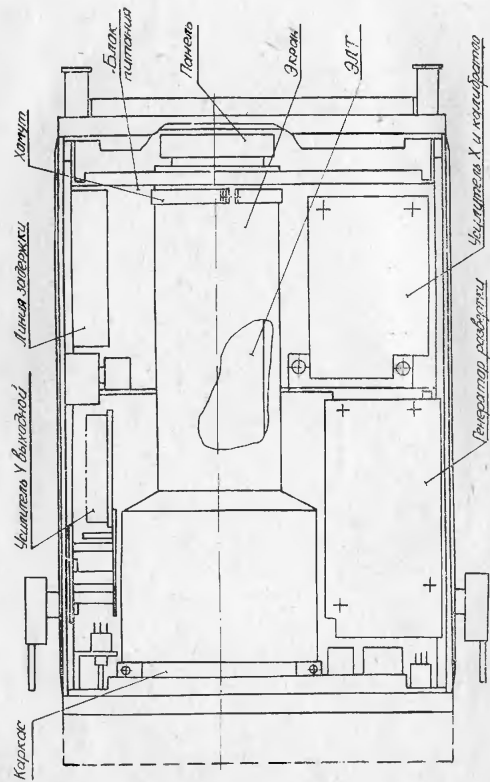


Рис. 5. Вид сверху (со снятой крышкой)

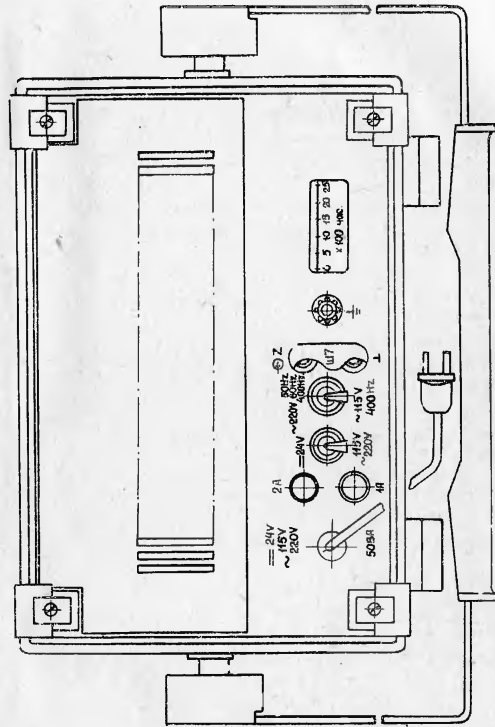


Рис. 6. Вид сзади

Наименование и единица измерения проверяемой характеристики	Величина	
	номп- нальная	факти- ческая
Ширина линии луча, мм, не более:		
— в центральной зоне горизонтальной линии	0,7	
— в центральной зоне вертикальной линии	0,5	
— на краях рабочей части экрана горизонтальной линии	0,9	
— на краях рабочей части экрана вертикальной линии	0,7	
Основная погрешность коэффициентов развертки, %, не более, без растяжки	±4	
с растяжкой	±6	
Время нарастания переходной характеристики, ис, не более, канал I	35	
канал II	35	
Величина выброса на переходной характеристике, %, не более, канал I	±3	
канал II	±3	
Спад вершины переходной характеристики при закрытом входе, %, не более	10	
Время установления переходной характеристики, ис, не более, канал I	100	
канал II	100	
Неравномерность переходной характеристики, %, не более:		
на участке установления для I канала	2,5	
за пределами участка установления для I канала	2	
на участке установления для II канала	2,5	
за пределами участка установления для II канала	2	

СХЕМЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ПРИНЦИПИАЛЬНЫЕ

 УСИЛИТЕЛЬ Z
Перечень элементов
И22.002.062 ПЭЗ

Поз. обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
Резисторы			
R1	ОМ.7Т-0,5-В-15 кОм ±10%	1	
R2	ОМ.7Т-0,5-В-12 кОм ±10%	1	
R3	ОМ.7Т-1-В-15 кОм ±10%	1	
R4	ОМ.7Т-1-В-6,8 кОм ±10%	1	
R5	ОМ.7Т-0,125-В-68 кОм ±10%	1	
R6	ОМ.7Т-0,5-В-680 Ом ±10%	1	
R7	ОМ.7Т-0,125-В-15 Ом ±10%	1	
R8	ОМ.7Т-0,125-В-220 Ом ±10%	1	
R9	ОМ.7Т-0,125-В-8,2 кОм ±10%	1	
R10	ОМ.7Т-0,125-В-47 кОм ±10%	1	
R11	ОМ.7Т-0,125-В-100 кОм ±10%	1	
R12	ОМ.7Т-0,25-В-22 кОм ±10%	1	
R13	ОМ.7Т-0,125-В-2,2 кОм ±10%	1	
Конденсаторы			
C1, C2	КА-46-1130-0,047 мкФ ±50%	2	
C3	КТ-1-М75-10 нФ ±10%-3	1	
C4	КТ-1-М75-27 нФ ±10%-3	1	
Gn1	Колодка И28.130.043	1	
Диоды полупроводниковые			
Д1	Д220Б	1	
Д2, Д3	Д220	2	
Транзисторы			
Т1, Т2	2Т602Б	2	
Т3	2Т312Б	1	

УСИЛИТЕЛЬ У Выходной

Перечень элементов
И22.035.178 ПЭЗ

Поз. обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
Резисторы			
R1	BC-0,125a-2 кОм±5%	1	56...120 Ом
R2	BC-0,125a-1 кОм±5%	1	
R3, R4	ОМЛТ-0,125-В-91 Ом±5%/н	2	
R5	ОМЛТ-0,125-В-750 Ом±5%	1	
R6	ОМЛТ-0,125-В-470 Ом±10%/о	1	
R7	СП4-1 В-0,25-220 Ом-А	1	
R8	ОМЛТ-0,125-В-750 Ом±5%	1	
R9	ОМЛТ-0,125-В-470 Ом±10%/н	1	
R10...R13	ОМЛТ-0,125-В-56 Ом±10%/о	4	
R14*	ОМЛТ-0,125-В-82 Ом±10%	1	
R15	ОМЛТ-0,125-В-27 Ом±10%/о	1	
R16	ОМЛТ-0,125-В-56 Ом±10%/н	1	
R17	ОМЛТ-1-В-2 кОм±5%	1	
R18, R19	ОМЛТ-0,25-В-1,3 кОм±5%/о	2	
R20	ОМЛТ-1-В-2 кОм±5%	1	
R21	ОМЛТ-0,125-В-2 кОм±5%	1	
R22	ОМЛТ-1-В-2 кОм±5%/о	1	
Конденсаторы			
C1, C2	КМ-56-Н90-0,1 мкФ	2	
C3	КТ-1-М75-27 пФ±5%-3	1	
C4	КМ-56-Н90-0,1 мкФ	1	
C5	КТ-1-М75-13 пФ±5%-3	1	
C6	КМ-46-Н30-0,047 мкФ +50 -20 %	1	
T1, T2	Транзистор 2Т602Б	2	
У1	Микросхема 159НТ1Г	1	
У2	Микросхема 228УВ4	1	

УСИЛИТЕЛЬ У ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЙ

Перечень элементов
И22.035.179 ПЭЗ

Поз. обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
Резисторы			
R1...R4	ОМЛТ-0,125-B-1 кОм ± 10%	4	82 Ом...2,2 кОм
R5	ОМЛТ-0,125-B-51 Ом ± 5%	1	
R6	C2-10-0,25-2,77 кОм ± 1%	1	
R7	C2-10-0,25-2,71 кОм ± 1%	1	
R8	СП3-19a-100 Ом ± 10%	1	
R9	ОМЛТ-0,125-B-51 Ом ± 5%	1	
R10	C2-10-0,25-2,77 кОм ± 1%	1	
R11	C2-10-0,25-2,71 кОм ± 1%	1	
R12	СП3-19a-100 Ом ± 10%	1	
R13	ОМЛТ-0,125-B-180 Ом ± 10%	1	
R14*	ОМЛТ-0,25-B-220 Ом ± 10%	1	
R15	ОМЛТ-0,125-B-180 Ом ± 10%	1	
R16*	ОМЛТ-0,25-B-220 Ом ± 10%	1	
R17...R20	ОМЛТ-0,125-B-100 Ом ± 10%	4	
R21	ОМЛТ-0,125-B-56 Ом ± 10%	1	
R22	ОМЛТ-0,125-B-27 Ом ± 10%	1	
R23	ОМЛТ-0,125-B-8,2 кОм ± 10%	1	
R24	ОМЛТ-0,125-B-27 Ом ± 10%	1	
R25	ОМЛТ-0,125-B-10 кОм ± 10%	1	82...470 Ом
R26	ОМЛТ-0,125-B-27 Ом ± 10%	1	
R27	ОМЛТ-0,125-B-8,2 кОм ± 10%	1	
R28	ОМЛТ-0,125-B-100 Ом ± 10%	1	
R29	ОМЛТ-0,125-B-27 Ом ± 10%	1	
R30	ОМЛТ-0,125-B-56 Ом ± 10%	1	
R31, R32	ОМЛТ-0,125-B-8,2 кОм ± 10%	2	
R33	ОМЛТ-0,125-B-27 Ом ± 10%	1	
R34, R35	C2-10-0,125-511 Ом ± 0,5%	2	
R36	ОМЛТ-0,125-B-10 кОм ± 10%	1	
R37...R39	ОМЛТ-0,125-B-27 Ом ± 10%	3	
R40, R41	C2-10-0,125-511 Ом ± 0,5%	2	
R42, R43	ОМЛТ-0,125-B-27 Ом ± 10%	2	
R44, R45	ОМЛТ-0,125-B-820 Ом ± 10%	2	
R46	ОМЛТ-0,125-B-27 Ом ± 10%	1	
R47	ОМЛТ-0,125-B-2,2 кОм ± 10%	1	
R48	BC-0,125a-3,3 кОм ± 5%	1	
R49	ОМЛТ-0,125-B-68 Ом ± 10%	1	
R50, R51	ОМЛТ-0,125-B-1,5 кОм ± 5%	2	82...470 Ом
R52	СП3-19a-2,2 кОм ± 10%	1	
R53, R54	ОМЛТ-0,125-B-820 Ом ± 10%	2	
R55*	ОМЛТ-0,125-B-120 Ом ± 10%	1	
R56, R57	ОМЛТ-0,125-B-1,5 кОм ± 5%	2	
R58*	ОМЛТ-0,125-B-120 Ом ± 10%	1	
R59	СП3-19a-4,7 кОм ± 10%	1	

Поз. обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
R60	ОМЛТ-0,125-В-15 кОм ± 10%	1	
R61	ОМЛТ-0,125-В-3,3 кОм ± 10%	1	
R62	ОМЛТ-0,125-В-47 Ом ± 10%	1	
R63, R64	ОМЛТ-0,125-В-2,2 кОм ± 5%	2	
R65	ОМЛТ-0,125-В-5,6 кОм ± 10%	1	
R66, R67	ОМЛТ-0,125-В-2,2 кОм ± 5%	2	
R68	ОМЛТ-0,125-В-10 кОм ± 5%	1	
R69	ОМЛТ-0,125-В-220 Ом ± 10%	1	
R70	ОМЛТ-0,125-В-12 кОм ± 5%	1	
R71	ОМЛТ-0,125-В-47 Ом ± 10%	1	
R72	ОМЛТ-0,125-В-12 кОм ± 5%	1	
R73	ОМЛТ-0,125-В-10 кОм ± 5%	1	
R74...R77	ОМЛТ-0,125-В-220 Ом ± 10%	4	
R78	ОМЛТ-0,125-В-10 кОм ± 10%	1	
R79	ОМЛТ-0,125-В-2,2 кОм ± 10%	1	
R80, R81	ОМЛТ-0,125-В-56 Ом ± 10%	2	
R82	ОМЛТ-0,125-В-20 кОм ± 5%	1	
R83, R84	С2-10-0,25-1 кОм ± 0,5%	2	
R85	ОМЛТ-0,125-В-20 кОм ± 5%	1	
R86, R87	С2-10-0,25-1 кОм ± 0,5%	2	
R88	ОМЛТ-0,125-В-91 Ом ± 5%	1	
R89, R90	ОМЛТ-0,125-В-56 Ом ± 10%	2	
R91	ОМЛТ-0,125-В-91 Ом ± 10%	1	
R92	ОМЛТ-0,125-В-3,6 кОм ± 10%	1	
R93, R94	ОМЛТ-0,125-В-56 Ом ± 10%	2	
R95	ОМЛТ-0,125-В-1 кОм ± 10%	1	
R96	ОМЛТ-0,125-В-5,6 кОм ± 10%	1	
R97	ОМЛТ-0,125-В-8,2 кОм ± 10%	1	
R98	ОМЛТ-0,125-В-56 Ом ± 10%	1	
R99	СПЗ-19а-220 Ом ± 10%	1	
R100	ВС-0,125а-2,7 кОм ± 10%	1	
R101	С2-10-0,125-750 Ом ± 1%	1	
R102	ОМЛТ-0,125-В-4,7 кОм ± 10%	1	
Конденсаторы			
C1	КТ-1-М47-2,2 пФ ± 0,4-3	1	
C2	КТ-1-М47-1 пФ ± 0,4-3	1	
C3...C6	К53-14-16 В-4,7 мкФ ± 20%	4	
C7	КМ-56-М1500-430 пФ ± 5%	1	
C8...C13	К53-14-16 В-0,47 мкФ ± 20%	6	
C14	КМ-56-М75-62 пФ ± 5%	1	
C15	КТ-1-М47-20 пФ ± 5%/0,3	1	
C16, C17	КМ-56-Н90-0,047 мкФ	2	
C18	КМ-56-М75-91 пФ ± 5%	1	
C19	КМ-56-М75-330 пФ ± 5%	1	
C20	КМ-56-Н90-0,047 мкФ	1	
C21	КМ-56-М1500-1000 пФ ± 10%	1	
C22	КМ-56-М75-330 пФ ± 5%	1	
C23	КМ-56-М1500-1000 пФ ± 10%	1	

Поз. обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
C24...C27	КМ-56-Н30-0,01 мкФ +50 % -20 %	4	
C28	КМ-56-М1500-390 пФ ± 10%	1	
C29, C30	КМ-56-М1500-180 пФ ± 10%	2	
C31	КТ-1-М47-27 пФ ± 10% -3	1	
C32	КМ-56-Н90-0,047 мкФ	1	
C33, C34	К53-4-15-22 мкФ ± 20%	2	
C35	КМ-56-М75-56 пФ ± 10%	1	
C36	КМ-56-М47-100 пФ ± 10%	1	
C37	КМ-56-Н30-0,047 мкФ +50 % -20 %	1	
C38	КМ-6-Н90-1 мкФ-Б	1	
C39*, C40*	КМ-56-М75-33 пФ ± 10%	2	0-82 пФ
Гн1...Гн7	Колонка И28.130.043	7	
Д1, Д2	Днод полупроводниковый 2Д503Б	2	
Транзисторы			
Т1...Т4	2П303Д	4	
Т5...Т10	2Т326Б	6	
Микросхемы			
У1, У2	202НД1	2	
У3...У7	228УВ4	5	
У8	218ГГ1	1	
У9, У10	159НТ1Г	2	
У11, У12	202НД1	2	
У13, У14	228УВ4	2	
У15	217НТ2	1	

ОСЦИЛЛОГРАФ УНИВЕРСАЛЬНЫЙ С1-77
Перечень элементов
И22.044.071 ПЭ3

Поз. обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
Резисторы			
R1, R2	ОМЛТ-0,25-В-56 Ом $\pm 10\%$	2	
R3	С2-29 В-0,125-50,5 кОм $\pm 0,5\%$ -1,0 А	1	
R4	ОМЛТ-0,25-В-1 МОм $\pm 10\%$	1	
R5	СП4-1а-0,5-2,2 кОм-А-ВС-2-20	1	
R6	ВС-0,125а-27 кОм $\pm 10\%$ -А	1	
R7	ОМЛТ-0,125-В-2,7 кОм $\pm 10\%$	1	
R8	СП4-1а-0,5-47 кОм-А-ВС-2-20	1	
R9	СП4-1а-0,5-47 кОм-А-ВС-2-12	1	
R10	СП4-1а-0,5-100 кОм-А-ВС-2-16	1	
R11	СП4-1а-0,5-22 кОм-А-ВС-2-16	1	
R12	СП4-1а-0,5-10 кОм-А-ВС-2-20	1	
R13	СП4-1а-0,5-22 кОм-А-ВС-2-16	1	
R14	СП4-1а-0,5-10 кОм-А-ВС-2-20	1	
R15	СП4-1а-0,5-100 кОм-А-ВС-2-16	1	
R16	СП4-1а-0,5-10 кОм-А-ВС-2-20	1	
R17	С2-13-0,25-361 Ом $\pm 0,5\%$ -Б	1	
R18	С2-13-0,25-40,2 Ом $\pm 0,5\%$ -Б	1	
R19	С2-29 В-0,125-835 кОм $\pm 0,5\%$ -А	1	* элементы
R20	С2-29 В-0,125-505 кОм $\pm 0,5\%$ -А	1	* установленны
R21	С2-29 В-0,125-336 кОм $\pm 0,5\%$ -А	1	* на блоке RC
R22	С2-29 В-0,125-33,6 кОм $\pm 0,5\%$ -А	1	* И23.458.000
R23	С2-29 В-0,125-50,5 кОм $\pm 0,5\%$ -А	1	
R24	С2-29 В-0,125-83,5 кОм $\pm 0,5\%$ -А	1	
R25	СП4-1а-0,5-22 кОм-А-ВС-2-12	1	
R26	ОМЛТ-0,125-В-5,6 кОм $\pm 10\%$	1	
R27	ОМЛТ-0,125-В-1,6 МОм $\pm 5\%$	1	
R28	СП4-1а-0,5-220 кОм-А-ВС-2-16	1	
R29	СП4-1а-0,5-1 кОм-А-ВС-2-16	1	
R30	С2-29 В-0,125-20 кОм $\pm 0,5\%$ -А	1	
R32	ОМЛТ-0,125-В-100 кОм $\pm 10\%$	1	
R33, R34	ОМЛТ-0,125-В-1 МОм $\pm 10\%$	2	
R35	СП3-9аМ-0,5-220 кОм $\pm 20\%$ -А-10	1	
R36	ОМЛТ-0,25-В-100 кОм $\pm 10\%$	1	
R37	ОМЛТ-0,25-В-8,2 кОм $\pm 10\%$	1	
R38	ОМЛТ-0,5-В-620 кОм $\pm 10\%$	1	
R39	ОМЛТ-0,25-В-220 кОм $\pm 10\%$	1	
R40	СП4-1а-0,5-220 кОм-А-ВС-2-12	1	
R41	ОМЛТ-0,25-В-1,2 МОм $\pm 10\%$	1	
R42, R43	СП3-9аМ-0,5-1,5 МОм $\pm 20\%$ -А-10	2	
R44	ОМЛТ-0,25-В-750 кОм $\pm 10\%$	1	
R45	КЭВ-0,5-1,8 МОм $\pm 10\%$	1	
R46	ОМЛТ-0,125-В-47 кОм $\pm 10\%$	1	
R47	ОМЛТ-0,25-В-510 кОм $\pm 5\%$	1	
R48	СП4-1а-0,5-470 кОм-А-ВС-2-12	1	

Поз. обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
R49	СП4-1а-0,5-10 кОм-А-ВС-2-12	1	
R50	ОМЛТ-0,125-В-100 кОм $\pm 10\%$	1	
Конденсаторы			
C1, C2	К73П-2-400-0,1 мкФ $\pm 10\%$	2	
C3	КТ-1-М47-7,5 пФ $\pm 10\%$ -3	1	
C4	КМ6-М750-0,01 мкФ $\pm 5\%$ -Б	1	
C5	КМ-6-Н90-0,15 мкФ	1	
C6	К73П-4-1 мкФ	1	
C7	КМ-56-М1500-1000 пФ $\pm 10\%$	1	
C8	СГМ3-Б-а-Г-10000 пФ $\pm 0,5\%$	1	*
C9	КТ-1-М700-56 пФ $\pm 10\%$ -3	1	
C10	КМ-56-М75-910 пФ $\pm 5\%$	1	*
C11	КТ4-216-4/20 пФ	1	
C12	КТ-1-М47-68 пФ $\pm 5\%$ -3	1	
C13	КМ-56-М75-75 пФ $\pm 5\%$	1	
C14	КТ4-216-4/20 пФ	1	
C15	КМ-56-М47-68 пФ $\pm 5\%$	1	
C16	КТ4-216-2/10 пФ	1	
C17	КМ-6-Н90-2,2 мкФ-Б	1	
C18	КМ-6-Н90-0,33 мкФ	1	
C20	КМ-56-Н30-0,033 мкФ $\pm 50\%$ -20%	1	
C21	КМ-56-М1500-2200 пФ $\pm 10\%$	1	
C22	КМ-56-М1500-470 пФ $\pm 10\%$	1	
C23	КТ-1-М47-15 пФ $\pm 10\%$ -3	1	
C24, C25	К50-20-50-2000 мкФ	2	
C26	КМ-56-Н90-0,1 мкФ	1	
C27	КМ-46-Н30-0,047 мкФ $\pm 50\%$ -20%	1	с покрытием
C28	К15-5-Н70-3 кв-0,015 мкФ	1	
C29	К42У-2-160-1 мкФ $\pm 10\%$	1	
C30, C31	К42У-2-1600-0,01 мкФ $\pm 10\%$	2	
C32	К42У-2-160-1 мкФ $\pm 10\%$	1	
C33	К42У-2-400-0,22 мкФ $\pm 10\%$	1	
C34, C35	К42У-2-630-0,015 мкФ $\pm 10\%$	2	
L1	Отклоняющая система И24.791.004	1	
B1, B2	Микротумблер декоративный МТД1	2	
B3	Переключатель ПР4ПАНТС	1	
B4	Переключатель ПР4ПАНТС	1	
B5, B6	Микротумблер декоративный МТД1	2	
B7	Переключатель ПГ3-5ПАН-ПТ	1	
B8	Микротумблер МТ3	1	
B9	Переключатель атд3.600.001-17	1	
B10	Микротумблер МТ3	1	
B11	Микротумблер МТ1	1	
B12	Тумблер ТП1-2	1	
B13	Микротумблер декоративный МТД3	1	

Поз. обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
Гн1...Гн5	Гнездо	5	И24.877.003
Гн6, Гн7	Гнездо Г4Б НРЯ3.647.036-1 Сп	2	
Гн8, Гн9	Гнездо	2	И26.675.028
Д1	Диоды полупроводниковые	1	
Д2, Д3	2Д202К	2	
Д4	2Д202Д	1	
Д5	Д816Г	1	
Д6, Д7	2Ц106А	2	
Др1	2Д102Б	1	
ИП1	Дроссель Д203Т	1	
Кл1	Счетчик времени ЭСВ	1	
Лн...Л4	Клемма атд6.625.000	1	
Л5	Лампа СМН6.3-20-2	4	
Л6	Лампа ИНС-1	1	
Лз	Трубка электронно-лучевая 11ЛОТИ	1	
Т1	Линия задержки атд2.066.001	1	
Т2	Транзистор 2Т803А	1	
Т3, Т4	Транзистор П701А	1	
Тр1	Транзистор П215	2	
Тр2	Трансформатор атд4.700.001	1	
Пр1	Трансформатор И24.730.225	1	
Пр2	Предохранитель ВП1-1-2 А	1	
Пр3	Предохранитель ВП1-1-1 А	1	
Ш1...Ш3	Предохранитель ВП1-2-2 А	1	
Ш4	Розетка приборная СР-50-73Ф	3	
Ш5	Вилка РП15-15ШВ	1	
Ш7	Розетка РП15-15ГВ	1	
У1, У2	Вилка ЯП6.605.004	1	
У3	Аттенюатор И22.727.073	2	
У4	Усилитель У предварительный И22.035.179	1	
У5	Генератор развертки И23.263.026	1	
У6	Усилитель Х и калибратор И22.051.006	1	
У7	Усилитель У выходной И22.035.178	1	
У8	Усилитель Z И22.002.062	1	
У9	Стабилизатор И23.233.090	1	
У10	Стабилизатор И23.233.089	1	
	Выпрямитель атд3.215.002	1	

УСИЛИТЕЛЬ Х И КАЛИБРАТОР
Перечень элементов
И22.051.006 ПЭЗ

Поз. обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
	Резисторы		
R1	ОМЛТ-0,125-В-12 кОм±10%	1	
R2	ОМЛТ-0,125-В-9,1 кОм±10%	1	
R3	ОМЛТ-0,125-В-68 кОм±10%	1	
R4	ОМЛТ-0,125-В-10 кОм±10%	1	
R5	ОМЛТ-0,125-В-4,7 кОм±5%	1	
R6	ОМЛТ-0,125-В-56 Ом±10%	1	
R7*	ОМЛТ-0,125-В-2,7 кОм±10%	2	1,8...3,0 кОм
R8	ОМЛТ-0,125-В-2,2 кОм±10%	1	
R9	ОМЛТ-0,125-В-15 Ом±10%	1	
R10	ОМЛТ-0,125-В-2 кОм±10%	1	
R11	ОМЛТ-0,125-В-15 Ом±10%	1	
R12, R13	ОМЛТ-0,125-В-15 кОм±10%	2	
R14	ОМЛТ-0,125-В-2,7 кОм±10%	1	
R15	ОМЛТ-0,125-В-2,2 кОм±10%	1	
R16	ОМЛТ-0,125-В-2,7 кОм±10%	1	
R17	ОМЛТ-0,5-В-30 кОм±5%	1	
R18	СП4-1 В-0,25-2,2 кОм-А	1	
R19	ОМЛТ-0,5-В-30 кОм±5%	1	
R20	ОМЛТ-0,125-В-510 Ом±10%	1	
R21	ОМЛТ-0,125-В-820 Ом±10%	1	
R22	ОМЛТ-0,125-В-15 Ом±10%	1	
R23	ОМЛТ-0,5-В-33 кОм±5%	1	
R24, R25	ОМЛТ-0,125-В-56 кОм±5%	2	
R26	ОМЛТ-0,5-В-33 кОм±5%	1	
R27	ОМЛТ-0,125-В-300 Ом±10%	1	
R28	ОМЛТ-0,125-В-2,2 кОм±10%	1	
R29, R30	ОМЛТ-0,125-В-470 Ом±10%	2	
R31	ОМЛТ-0,125-В-2,2 кОм±10%	1	
R32	ОМЛТ-0,125-В-15 Ом±10%	1	
R33, R34	ОМЛТ-2-В-4,7 кОм±5%	2	
R35	ОМЛТ-0,25-В-68 Ом±5%	1	
R36	С2-29 В-0,125-117 кОм±0,5% -А	1	
R37	ОМЛТ-0,125-В-560 Ом±10%	1	
R38	СП5-16 ВА-0,25 В-2,2 кОм±10%	1	
R39	С2-29-0,125-4,12 кОм±0,5% -А	1	
R40	ОМЛТ-0,5-В-510 Ом±5%	1	
R41	ОМЛТ-0,5-В-390 Ом±5%	1	
R42	С2-29 В-0,125-50,5 кОм±0,5% -А	1	
R43	СП4-1 В-0,25-4,7 кОм-А	1	
R44	С2-29 В-0,125-50,5 кОм±0,5% -А	1	
R45	ОМЛТ-0,125-В-560 Ом±10%	1	

Поз. обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
Конденсаторы			
C1	КМ-56-Н90-0,01 мкФ $\pm 80\%$ -В	1	
C2	КТ4-216-1/5 пФ-В	1	
C3	К53-14-16-4,7 мкФ $\pm 20\%$	1	
C4	КМ-6-М750-0,01 мкФ $\pm 5\%$ -В	1	
C5	КМ-56-Н90-0,1 мкФ $\pm 80\%$ -В	1	
C6	К53-4-15-33 мкФ $\pm 20\%$	1	
C7	КМ-56-М75-68 пФ $\pm 5\%$ -В	1	
C8*, C9*	КТ-1-М47-1 пФ $\pm 0,4-3$	2	1...2,2 пФ
C10, C11	КМ-56-Н90-0,1 мкФ $\pm 80\%$ -В	1	
C12	КМ-46-Н30-0,047 мкФ $\pm 50\%$ -В	2	
C13, C14	К53-4-15-33 мкФ $\pm 20\%$	2	
C15	СГМ3-А-а-Г-3900 пФ $\pm 1\%$	1	
Диоды полупроводниковые			
Д1...Д4	2Д503Б	4	
Д5	2С170А	1	
Др1	Дроссель высокочастотный	1	
Р1	ДЗ-0,1-470 ± 5 Реле РЭС15 РС4.591.001 П2	1	
Транзисторы			
Т1	2Т312Б	1	
Т2...Т5	2Т326Б	4	
Т6, Т7	2Т602Б	2	
У1	Микросхема 140УД2	1	

АТТЕНУАТОР Перечень элементов И22.727.073 ПЭЗ

Поз. обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
Резисторы			
R1	C2-29-В-0,125-898 кОм $\pm 0,5\%$ -А	1	
R2	C2-29 В-0,125-988 кОм $\pm 0,5\%$ -А	1	
R3	ОМ.ПТ-0,125-В-8,2 Ом $\pm 10\%$	1	
R4	C2-29 В-0,125-111 кОм $\pm 0,5\%$ -А	1	
R5	C2-29 В-0,125-10,1 кОм $\pm 0,5\%$ -А	1	
R6	C2-29 В-0,125-597 кОм $\pm 0,5\%$ -А	1	
R7	C2-29 В-0,125-665 кОм $\pm 0,5\%$ -А	1	
R8	ОМ.ПТ-0,125-В-56 Ом $\pm 10\%$	1	
R9	C2-29 В-0,125-1 МОм $\pm 0,5\%$ -А	1	
R10	C2-29 В-0,125-796 кОм $\pm 0,5\%$ -А	1	
R11	C2-29 В-0,125-249 кОм $\pm 0,5\%$ -А	1	
R12	ОМ.ПТ-0,25-В-220 кОм $\pm 10\%$	1	
R13	C2-10-0,125-787 Ом $\pm 0,5\%$	1	
R14	C2-10-0,125-261 Ом $\pm 0,5\%$	1	
R15	СП4-1а-0,5-10 кОм-А-ВС-2-12	1	И24.847.005
Конденсаторы			
C1, C2	КТ4-21а-1/5 пФ	2	
C3	КТ-1-М47-3,3 пФ $\pm 0,4-3$	1	
C4	КТ-1-М47-8,2 пФ $\pm 10\%$ -3	1	
C5	КТ4-21а-1/5 пФ	1	
C6	КТ-1-М47-5,6 пФ $\pm 10\%$ -3	1	
C7	КТ4-21а-1/5 пФ	1	
C8	КТ-1-М47-10 пФ $\pm 5\%$ -3	1	
C9	КТ-1-М47-47 пФ $\pm 5\%$ -3	1	
C10	КМ-56-М75-330 пФ $\pm 5\%$	1	
C11	КТ4-21а-1/5 пФ	1	
C12	КТ-1-М47-3,3 пФ $\pm 0,4-3$	1	
C13	КТ4-21а-1/5 пФ	1	
C14	КТ-1-М47-10 пФ $\pm 10\%$ -3	1	
C15	КТ4-21а-1/5 пФ	1	
C16	КТ4-21а-1/5 пФ	1	
C17	КТ-1-М47-2,2 пФ $\pm 0,4-3$	1	
C18	КТ4-21а-1/5 пФ	1	
C19	КТ-1-М47-2,2 пФ $\pm 0,4-3$	1	
C20	КМ-56-Н30-0,047 мкФ $\pm 50\%$ -20	1	
B1	Коммутатор И24.847.005	1	

ВЫПРЯМИТЕЛЬ
Переень элемент
атв.213.002 пв3

Лоз. обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
R1	Резисторы	1	
R2	ОМЛТ-0,5-В-1,5 МОм ± 10%	1	
C1, C2	К15-5-Н70-3кв-1500 пФ	2	с покрытием
C3, C4	К15-5-Н70-3кв-6800 пФ	2	без покрытия
C5, C6	К15-5-Н70-3кв-6800 пФ	2	без покрытия
C7	К15-5-Н70-3кв-1500 пФ	1	с покрытием
C8	К15-5-Н70-3кв-6800 пФ	1	без покрытия
C9, C10	К15-5-Н70-3кв-1500 пФ	2	с покрытием
C11	К15-5-Н70-6,3кв-1000 пФ	1	с покрытием
Л1, Л2, Л7	Дюда полупроводниковая 2П1106А	7	

СТАБИЛИЗАТОР
Перечень элементов
И23.233.090 ПЭЗ

Поз. обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
Резисторы			
R1	ОМЛТ-0,125-В-2 кОм±10%/а	1	15...33 Ом
R2, R3	ОМЛТ-0,125-В-2 кОм±10%/е	2	
R4	С2-10-0,25-1,5 кОм±1%	1	
R5	СП5-16 ВА-0,25 Вт-1 кОм±5%/а	1	
R6	С2-10-0,25-1,8 кОм±1%	1	
R7	ОМЛТ-1-В-620 Ом±10%/а	1	
R8, R9	С2-10-0,25-2,15 кОм±1%	2	
R10	СП5-16 ВА-0,25 Вт-1 кОм±5%/е	1	
R11*	ОМЛТ-0,5-В-27 Ом±10%	1	
R12, R13	С2-10-0,25-2,15 кОм±1%/а	2	
R14	СП5-16 ВА-0,25 Вт-1 кОм±5%/а	1	
R15, R16	ОМЛТ-0,125-В-180 Ом±10%	2	
Конденсаторы			
C1	КМ-56-Н30-0,033 мкФ $\begin{smallmatrix} +50 \\ -20 \end{smallmatrix}$ %	1	С = 66 мкФ параллельное
C2, C3	К53-1-30-33 мкФ ± 20%/е	2	
C4	КМ-56-М1500-2200 пФ ± 10%	1	
C5	КМ-56-Н90-0,1 мкФ	1	
C7	К53-14-16 В-4,7 мкФ ± 20%	1	
C8	КМ-6-М750-0,01 мкФ ± 5% -Б	1	
C9	КМ-6-Н90-2,2 мкФ -Б	1	
C10	КМ-6-М750-0,01 мкФ ± 5% -Б	1	
C11, C12	К53-1-30-22 мкФ ± 20%/а	2	
C13	КМ-56-Н90-0,022 мкФ	1	
C14, C15	К53-4-15-33 мкФ ± 20%/а	2	
C16	КМ-56-М1500-2200 пФ ± 10%	1	
Гн1...Гн6	Колонка И28.130.043	6	
Диоды полупроводниковые			
D1	2С147А	1	
D2	2Д103А	1	
D3	Д814В	1	
D4	2С147А	1	
D5	2Д103А	1	
Т1, Т2	Транзистор 2Т201А	2	
Тр1	Трансформатор И24.730.224	1	
Тр2	Трансформатор И24.730.201	1	
У1	Матрица транзисторная 2ТС613А	1	
У2...У4	Микросхема 542НД1	3	

ГЕНЕРАТОР РАЗВЕРТКИ
Перечень элементов
И23.263.026 ПЭЗ

Поз. обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
Резисторы			
R1	ОМЛТ-0,125-В-390 Ом ± 10%	1	330 Ом...1 кОм
R2	ОМЛТ-0,125-В-82 кОм ± 10%	1	
R3	ОМЛТ-0,125-В-100 кОм ± 10%	1	
R4	ОМЛТ-0,125-В-1,2 кОм ± 5%	1	
R5	ОМЛТ-0,125-В-2,4 кОм ± 5%	1	
R6	ОМЛТ-0,125-В-5,6 кОм ± 10%	1	
R7	ОМЛТ-0,125-В-56 Ом ± 10%	1	
R8	ОМЛТ-0,125-В-1,8 кОм ± 10%	1	
R9	ОМЛТ-0,125-В-1 кОм ± 10%	1	
R10	ОМЛТ-0,125-В-27 Ом ± 10%	1	
R11	ОМЛТ-0,125-В-620 Ом ± 5%	1	
R12	ОМЛТ-0,125-В-56 Ом ± 10%	1	
R13	ОМЛТ-0,125-В-150 Ом ± 10%	1	
R14	ОМЛТ-0,125-В-120 Ом ± 10%	1	
R15	ОМЛТ-0,125-В-2,2 кОм ± 10%	1	
R16	ОМЛТ-0,125-В-1 кОм ± 10%	1	
R17	ОМЛТ-0,125-В-56 Ом ± 10%	1	
R18	ОМЛТ-0,125-В-2,2 кОм ± 10%	1	
R19	ОМЛТ-0,125-В-27 Ом ± 10%	1	
R20	ОМЛТ-0,125-В-100 Ом ± 10%	1	
R21	ОМЛТ-0,125-В-220 Ом ± 10%	1	
R22	ОМЛТ-0,125-В-300 Ом ± 10%	1	
R23	ОМЛТ-0,125-В-4,7 кОм ± 10%	1	
R24	ОМЛТ-0,125-В-4,7 кОм ± 10%	1	
R25, R26	ОМЛТ-0,125-В-10 кОм ± 10%	2	
R27	С2-10-0,125-511 Ом ± 1%	1	
R28	С2-29 В-0,12-16,9 кОм ± 1% А-1	1	
R29*	ОМЛТ-0,125-В-820 Ом ± 10%	1	
R30	ВС-0,125а-2,4 кОм ± 5%	1	
R31	ОМЛТ-0,125-В-11 кОм ± 5%	1	
R32	СП5-16 ВА-0,25 Вт-4,7 кОм ± 5%	1	
R33	ВС-0,125а-3,9 кОм ± 5%	1	
R34	ОМЛТ-0,125-В-33 кОм ± 10%	1	
R35	ОМЛТ-0,125-В-1 кОм ± 10%	1	
R36	ОМЛТ-0,125-В-100 Ом ± 10%	1	
R37	ОМЛТ-0,125-В-27 Ом ± 10%	1	
R38	ОМЛТ-0,125-В-820 Ом ± 10%	1	
R39	ОМЛТ-0,125-В-27 Ом ± 10%	1	
R40	ОМЛТ-0,125-В-130 Ом ± 5%	1	
R41	ОМЛТ-0,125-В-3,3 кОм ± 10%	1	
R42	ОМЛТ-0,125-В-820 Ом ± 10%	1	
R43	ОМЛТ-0,125-В-1 кОм ± 10%	1	
R44	ОМЛТ-0,125-В-33 кОм ± 10%	1	
R45	ОМЛТ-0,125-В-16 кОм ± 5%	1	

Поз. обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
R46	ОМЛТ-0,125-В-1,8 кОм±10%	1	1...10 кОм
R47	ОМЛТ-0,125-В-9,1 кОм±10%	1	
R48	ОМЛТ-0,125-В-18 кОм±10%	1	
R49	ОМЛТ-0,125-В-43 кОм±5%	1	
R50	ОМЛТ-0,125-В-21 кОм±10%	1	
R51	ОМЛТ-0,125-В-390 Ом±10%	1	
R52*	ОМЛТ-0,125-В-5,6 кОм±10%	1	
R53	ОМЛТ-0,125-В-3,6 кОм±10%	1	
R54	ОМЛТ-0,125-В-1 кОм±10%	1	
R55	ОМЛТ-0,125-В-56 Ом±10%	1	
R56	ОМЛТ-0,125-В-82 кОм±10%	1	
R57	ОМЛТ-0,125-В-1 кОм±10%	1	
R58	ОМЛТ-0,125-В-4,7 кОм±10%	1	
R59	ОМЛТ-0,125-В-100 кОм±10%	1	
R60, R61	ОМЛТ-0,125-В-330 Ом±10%	2	
R62	ОМЛТ-0,125-В-1 кОм±10%	1	
R63	ОМЛТ-0,125-В-100 Ом±10%	1	
R64	ОМЛТ-0,125-В-330 Ом±10%	1	
R65	ОМЛТ-0,125-В-2,2 кОм±10%	1	
R66	ОМЛТ-0,125-В-56 Ом±10%	1	
R67	ОМЛТ-0,125-В-470 Ом±10%	1	
R68	ОМЛТ-0,125-В-4,7 кОм±10%	1	
R69	СИ5-18 ВА-0,25 Вт-10 кОм±10%	1	
R70	ОМЛТ-0,125-В-100 Ом±10%	1	
R71	ОМЛТ-1-В-15 кОм±10%	1	
R72*	ОМЛТ-0,125-В-2,4 кОм±10%	1	
R73	ОМЛТ-0,125-В-27 Ом±10%	1	
R74	ОМЛТ-0,125-В-6,8 кОм±10%	1	
R75	ОМЛТ-0,125-В-27 Ом±10%	1	
R76	ОМЛТ-0,125-В-1 кОм±10%	1	
R77	ОМЛТ-0,125-В-56 Ом±10%	1	
Конденсаторы			
C1	КМ-56-М75-120 пФ±10%	1	15...30 пФ
C2...C4	КМ-56-Н90-0,1 мкФ	3	
C5	КТ-1-М75-39 пФ±10%±3	1	
C6, C7	КМ-56-Н90-0,1 мкФ	2	
C8*	КТ-1-М47-20 пФ±10%±3	1	
C9	КТ-1-М47-4,7 пФ±10%±3	1	
C10, C11	КМ-56-М75-47 пФ±10%	2	
C12	КМ-56-М1500-2200 пФ±10%	1	
C13	КМ-56-Н90-0,1 мкФ	1	
C14	КМ-6-Н90-2,2 мкФ-Б	1	
C15	КМ-56-Н90-0,1 мкФ	1	
C16	КМ-56-М75-47 пФ±10%	1	
C17	КМ-56-М75-75 пФ±5%	1	
C18	КТ-1-М47-12 пФ±10%±3	1	
C19	КТ-1-М47-20 пФ±10%±3	1	
C20	КМ-6-Н90-0,1 мкФ-Б	1	

Поз. обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
C21	КТ-1-М47-27 пФ±10%-3	1	И23.263.026
C22	КМ-56-Н90-0,1 мкФ	1	
C23	КМ-56-П33-20 пФ±10%	1	
C25	КМ-56-М1500-390 пФ±10%	1	
C26	КТ-1-М47-10 пФ±10%-3	1	
C27	КТ-1-М47-27 пФ±10%-3	1	
C28	КМ-56-М75-75 пФ±5%	1	
C29	КМ-56-Н90-0,047 мкФ	1	
C30	К53-1-30 В-22 мкФ±20%	1	
C31	КМ-56-Н90-0,047 мкФ	1	
L1	Катушка индуктивности И24.777.207 Сп	1	И23.263.026
L2	Катушка индуктивности	1	
Гн1...Гн7	Колодка И28.130.043	7	
Диоды полупроводниковые			
Д1	3И306К	1	
Д2, Д3	2Д503Б	2	
Д4	3И306Е	1	
Д5	2Д503Б	1	
Д6	3И306Е	1	
Д7	Д814В	1	
Д8, Д9	Д220	2	
Дроссели высокочастотные			
Др1	Д1-1,2-1±10	1	
Др2	Д1-1,2-5±10	1	
Транзисторы			
Т1	2Т306В	1	
Т2...Т4	2Т326Б	3	
Т5	1Т311А	1	
Т6	2Т326Б	1	
Т7	1Т311А	1	
Т8	2П303Д	1	
Тр1	Трансформатор ЕЕ4.731.020 Сп	1	Микросхемы
У1	202НД1	1	
У2	159НТ1Г	1	
У3	140УД2	1	
У4	159НТ1Г	1	
У5	217НТ2	1	
У7, У8	159НТ1Г	2	