

ОСЦИЛЛОГРАФ УНИВЕРСАЛЬНЫЙ  
С1-93



ТЕХНИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ  
ИНСТРУКЦИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

И22.044.084 ТО

1986

# ВНИМАНИЕ!

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

## СОДЕРЖАНИЕ

|                                                                |     |
|----------------------------------------------------------------|-----|
| 1. Введение                                                    | 6   |
| 2. Назначение                                                  | 6   |
| 3. Технические данные                                          | 7   |
| 4. Состав осциллографа                                         | 11  |
| 5. Устройство и работа осциллографа и его составных частей     | 12  |
| 5. 1. Принцип действия                                         | 12  |
| 5. 2. Схема электрическая принципиальная                       | 14  |
| 5. 3. Конструкция осциллографа                                 | 23  |
| 6. Маркирование и пломбирование                                | 24  |
| 7. Общие указания по эксплуатации                              | 25  |
| 8. Указания мер безопасности                                   | 25  |
| 9. Подготовка осциллографа к работе                            | 26  |
| 9. 1. Установка осциллографа на рабочем месте                  | 26  |
| 9. 2. Описание органов управления                              | 26  |
| 9. 3. Включение и проверка работоспособности                   | 28  |
| 10. Порядок работы                                             | 31  |
| 10. 1. Подготовка к проведению измерений                       | 31  |
| 10. 2. Подстройка и калибровка                                 | 31  |
| 10. 3. Проведение измерений                                    | 36  |
| 11. Регулирование и настройка                                  | 44  |
| 11. 1. Регулирование источников питания                        | 44  |
| 11. 2. Регулирование схемы управления ЭЛТ                      | 45  |
| 11. 3. Регулирование калибратора (И22.051.008 ЭЗ)              | 45  |
| 11. 4. Регулирование тракта вертикального отклонения           | 46  |
| 11. 5. Регулирование тракта горизонтального отклонения         | 48  |
| 11. 6. Регулирование схемы усилителя Z                         | 49  |
| 12. Характерные неисправности и методы их устранения           | 49  |
| 12. 1. Метод разборки осциллографа и поиск неисправностей      | 49  |
| 12. 2. Краткий перечень возможных неисправностей               | 50  |
| 13. Техническое обслуживание                                   | 54  |
| 13. 1. Профилактические работы                                 | 54  |
| 14. Поверка осциллографа                                       | 55  |
| 14. 1. Операции и средства поверки                             | 55  |
| 14. 2. Условия поверки и подготовка к ней                      | 57  |
| 14. 3. Проведение поверки                                      | 60  |
| 14. 4. Оформление результатов поверки                          | 69  |
| 15. Правила хранения                                           | 69  |
| 16. Транспортирование                                          | 69  |
| 16. 1. Тара, упаковка и маркировка упаковки                    | 69  |
| 16. 2. Условия транспортирования                               | 70  |
| ПРИЛОЖЕНИЕ 1. Таблицы рабочих напряжений                       | 73  |
| ПРИЛОЖЕНИЕ 2. Таблицы форм и амплитуд импульсных напряжений    | 81  |
| ПРИЛОЖЕНИЕ 3. Электрические данные моточных изделий            | 90  |
| ПРИЛОЖЕНИЕ 4. Схема RC цепочки для определения входной емкости | 93  |
| ПРИЛОЖЕНИЕ 5. Схемы расположения основных элементов            | 94  |
| ПРИЛОЖЕНИЕ 6. Протокол поверки осциллографа                    | 101 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ 7. Схемы электрические принципиальные               | 103 |



|                  |                                     |     |
|------------------|-------------------------------------|-----|
| И22.002.082 ЭЗ   | Усилитель Z.                        |     |
|                  | Схема электрическая принципиальная  | 104 |
| И22.002.082 ПЭЗ  | Усилитель Z.                        |     |
|                  | Перечень элементов                  | 105 |
| И22.035.358 ПЭЗ  | Усилитель Y.                        |     |
|                  | Перечень элементов                  | 106 |
| И22.035.358 ЭЗ   | Усилитель Y.                        |     |
|                  | Схема электрическая принципиальная  | 107 |
| И22.044.083 ЭЗ   | Осциллограф универсальный С1-93.    |     |
|                  | Схема электрическая принципиальная. |     |
| И22.044.083 ПЭЗ  | Осциллограф универсальный С1-93.    |     |
|                  | Перечень элементов                  | 112 |
| И22.051.008 ЭЗ   | Усилитель X и калибратор.           |     |
|                  | Схема электрическая принципиальная  | 115 |
| И22.051.008 ПЭЗ  | Усилитель X и калибратор.           |     |
|                  | Перечень элементов                  | 116 |
| И22.727.087 ЭЗ   | Аттенюатор.                         |     |
|                  | Схема электрическая принципиальная  | 118 |
| И22.727.087 ПЭЗ  | Аттенюатор.                         |     |
|                  | Перечень элементов                  | 119 |
| атд3.215.002 ЭЗ  | Выпрямитель.                        |     |
|                  | Схема электрическая принципиальная  | 120 |
| атд3.215.002 ПЭЗ | Выпрямитель.                        |     |
|                  | Перечень элементов                  | 121 |
| И23.233.168 ЭЗ   | Стабилизатор.                       |     |
|                  | Схема электрическая принципиальная  | 122 |
| И23.233.168 ПЭЗ  | Стабилизатор                        |     |
|                  | Перечень элементов                  | 123 |
| И23.233.169 ЭЗ   | Стабилизатор.                       |     |
|                  | Схема электрическая принципиальная  | 125 |
| И23.233.169 ПЭЗ  | Стабилизатор.                       |     |
|                  | Перечень элементов                  | 126 |
| И23.263.031 ЭЗ   | Генератор развертки.                |     |
|                  | Схема электрическая принципиальная  |     |
| И23.263.031 ПЭЗ  | Генератор развертки.                |     |
|                  | Перечень элементов                  | 127 |
| И25.282.206 ЭЗ   | Плата соединительная.               |     |
|                  | Схема электрическая принципиальная  | 131 |
| И25.282.206 ПЭЗ  | Плата соединительная.               |     |
|                  | Перечень элементов                  | 132 |
| И22.727.074 ЭЗ   | Делитель 1 : 10.                    |     |
|                  | Схема электрическая принципиальная  | 132 |
| И22.727.074 ПЭЗ  | Делитель 1 : 10.                    |     |
|                  | Перечень элементов                  | 132 |

Перечень наименований элементов и обозначения документов, на основании которых применены данные элементы 133

Перечень вложенных схем (в конце книги)  
И23.263.031 ЭЗ  
И22.044.083 ЭЗ  
И22.035.358 ЭЗ (Л1)

Карточка отзыва потребителя

Общий вид осциллографа

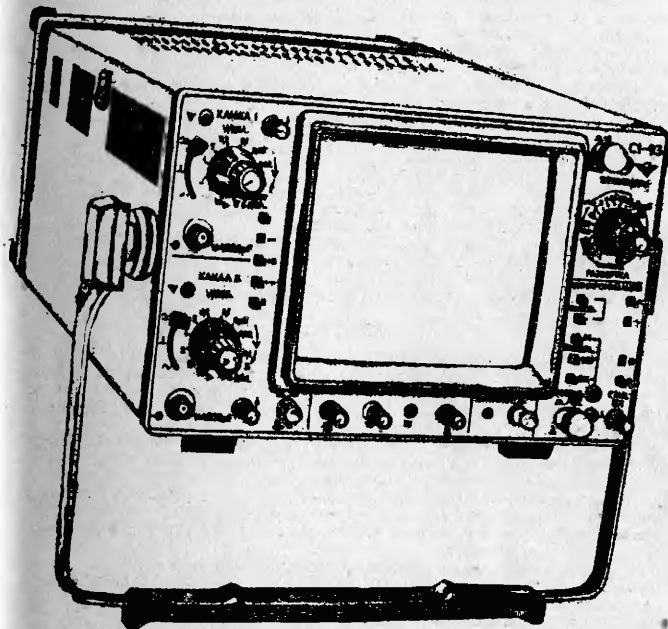


Рис. 1.

## 1. ВВЕДЕНИЕ

Настоящее техническое описание и инструкция по эксплуатации предназначена для ознакомления лиц, работающих с осциллографом, а также для обслуживающего и ремонтного персонала.

Техническое описание и инструкция по эксплуатации включает в себя данные об осциллографе, принципе действия осциллографа в целом и его составных частей, указания о работе с осциллографом, нахождению неисправностей и их устранению, регулированию осциллографа, его поверке, транспортированию и хранению.

Для изучения осциллографа следует дополнительно пользоваться схемами электрическими принципиальными. Схемы электрические принципиальные и перечни элементов как приложение к техническому описанию, могут издаваться отдельным альбомом.

В техническом описании применены следующие сокращения:

ЛЗ — линия задержки;

ТО — техническое описание;

ЭЛТ — электронно-лучевая трубка;

ЗИП — запасное имущество и принадлежность;

АВТ — автоматический режим работы развертки;

ЖДУЩ. — ждущий режим работы развертки;

СТАБ. ВЧ — стабильность высокочастотного сигнала;

ВНУТР. — внутренняя синхронизация;

ВНЕСН. — внешняя синхронизация;

КОРР. СИНХР. — корректировка синхронизации.

## 2. НАЗНАЧЕНИЕ

Малогабаритный двухканальный универсальный осциллограф С1-93 (в дальнейшем — осциллограф) предназначен для исследования формы электрических сигналов путем визуального наблюдения в диапазоне частот от 0 до 15 МГц, измерения размахов в диапазоне от 0,01 до 200 В и временных интервалов от  $0,8 \cdot 10^{-7}$  до 1,0 с.

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

Осциллограф относится к II классу точности.

Осциллограф предназначен для использования при разработке, настройке и регулировке электронных схем, для поверки и ремонта контрольно-измерительной аппаратуры и различных устройств автоматики как в лабораторных, так и в полевых условиях.

Нормальными условиями применения осциллографа являются:

— температура окружающей среды, К ( $^{\circ}\text{C}$ )

— относительная влажность воздуха, %

— атмосферное давление, кПа (мм рт. ст.)

— частота питающей сети, Гц

— напряжение питающей сети переменного тока, В, при частоте:

50 Гц

400 Гц

— форма кривой переменного напряжения питающей сети

— напряжение питающей сети постоянного тока, В

293  $\pm$  5 (20  $\pm$  5);

30—80;

84—106 (630—795);

50  $\pm$  0,5 или 400  $\pm$  10;

220  $\pm$  4,4;

220  $\pm$  4,4 или 115  $\pm$  2,3;

синусоидальная,

коэффициент гармоник

не более 5 %;

24  $\pm$  0,48

Рабочими климатическими условиями для осциллографа являются:

- температура окружающего воздуха — 243—323 К (минус 30 плюс 50  $^{\circ}\text{C}$ );
- относительная влажность воздуха — до 98 % при температуре 308 К (35  $^{\circ}\text{C}$ );
- атмосферное давление — 60—106,7 кПа (460—800 мм рт. ст.).

Предельными (нерабочими) условиями для осциллографа являются:

- температура окружающего воздуха — 223—338 К (минус 50 плюс 65  $^{\circ}\text{C}$ );
- пониженное атмосферное давление — до 60 кПа; (460 мм рт. ст.);
- механические удары (для осциллографа в транспортной таре) многократного действия:

|                        |                                 |
|------------------------|---------------------------------|
| ускорение              | до 147 м/с <sup>2</sup> (15 g); |
| длительность импульса  | 5—10 мс;                        |
| — одиночного действия: |                                 |
| ускорение              | до 735 м/с <sup>2</sup> (75 g); |
| длительность импульса  | 1—10 мс.                        |

## 3. ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

1. Рабочая часть экрана осциллографа:
  - 120 мм или 10 делений (цена 1 деления 12 мм) по горизонтали;
  - 100 мм или 8 делений (цена 1 деления 12,5 мм) по вертикали.
2. Ширина линии луча не превышает:
  - в центральной зоне (зона А), ограниченной прямоугольником со сторонами, отстоящими от центра в направлении осей на 3/8 размера рабочей части экрана, горизонтальной линией — 0,7 мм, вертикальной линией 0,5 мм;
  - на краях рабочей части (зона Б) за пределами зоны А горизонтальной линией — 0,9 мм, вертикальной — 0,7 мм.
3. Минимальная частота следования развертки, при которой обеспечивается наблюдение и измерение исследуемого сигнала на наиболее быстрой развертке, не превышает 300 Гц.
4. Яркость изображения регулируется от полного отсутствия до величины, удобной для наблюдения.
5. Значение коэффициентов отклонения по вертикали:
  - 1) 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 перекрестком не менее 2,5;
  - 2) минимальный при последовательном соединении каналов вертикального отклонения — 0,001 В/дел.
6. Пределы допускаемого значения относительной погрешности коэффициентов отклонения при размере изображения сигнала от 3 до 8 делений по вертикали:
  - 1) основной, —  $\pm 4$  % для каждого канала вертикального отклонения при непосредственном входе и с выносным делителем 1 : 10 и 10 % для минимального коэффициента отклонения при последовательном соединении каналов;
  - 2) в рабочем диапазоне влияющего фактора —  $\pm 8$  % для каждого канала вертикального отклонения при непосредственном входе и с выносным делителем 1 : 10 и 12 % для минимального коэффициента отклонения при последовательном соединении каналов.
7. Время нарастания переходной характеристики каждого канала вертикального отклонения при непосредственном входе и с выносным делителем 1 : 10 не более 35 нс.
8. Выбор переходной характеристики каждого канала вертикального отклонения при непосредственном входе и с выносным делителем 1 : 10 не более 3 %.

3. 9. Время установления переходной характеристики каждого канала вертикального отклонения при непосредственном входе и с выносным делителем 1:10 не более 100 нс.

3. 10. Неравномерность переходной характеристики каждого канала вертикального отклонения при непосредственном входе и с выносным делителем 1:10 не более 2,5 % на участке установления и 2 % за пределами участка установления.

3. 11. Спад вершины переходной характеристики каждого канала вертикального отклонения при закрытом входе за время 10 мс, отсчитываемое от уровня 0,1 установившегося значения переходной характеристики при непосредственном входе и с выносным делителем 1:10, не более 10 %.

3. 12. Полоса пропускания тракта вертикального отклонения при последовательном соединении каналов от 0 до 3 МГц при опорной частоте 1 кГц.

3. 13. Дрейф линии развертки каждого канала вертикального отклонения после времени установления рабочего режима не превышает:

- 1) кратковременный — 0,5 мВ (0,1 дел) за любую 1 мин в течение 1 ч;
- 2) долговременный — 2 мВ/ч (0,4 дел).

Смещение луча из-за входного тока каждого канала не превышает 1 мВ (0,2 дел).

3. 14. Пределы перемещения луча по вертикали составляют не менее двух значений номинального вертикального отклонения.

3. 15. Входное активное сопротивление каждого канала вертикального отклонения:

( $1 \pm 0,02$ ) МОм с параллельной емкостью ( $30 \pm 3$ ) пФ при непосредственном входе;

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

3. 16. Допускаемое суммарное значение постоянного и переменного напряжений при закрытом входе каждого из каналов вертикального отклонения должно быть не более 200 В при непосредственном входе и с выносным делителем 1:10.

Максимальный размах исследуемого сигнала составляет не более 80 В на непосредственном входе каждого канала вертикального отклонения и 200 В с делителем 1:10.

3. 17. Коэффициент развязки между каналами вертикального отклонения составляет не менее 3000.

3. 18. Коэффициент ослабления синфазных сигналов в режиме работы каналов I—II составляет не менее 50 на частоте 100 кГц при амплитуде сигнала равной 100 мВ.

3. 19. Задержка изображения сигнала в каналах вертикального отклонения обеспечивает просмотр фронта исследуемого сигнала на рабочей части развертки и составляет не менее 34 нс.

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

- 1) одного первого канала (I);
- 2) одного второго канала (II);
- 3) прерывистое изображение за один ход развертки (...);
- 4) поочередное изображение с частотой следования разверток ( $\rightarrow$ );
- 5) алгебраическое сложение сигналов от обоих каналов (I+II).

3. 21. Тракт горизонтального отклонения обеспечивает следующие виды работ:

- 1) развертку сигнала по горизонтали в автоколебательном режиме (АВТ);
- 2) развертку сигнала по горизонтали в жужащем режиме (ЖДУЩ.);
- 3) вход внешнего сигнала на усилитель горизонтального отклонения ( $\otimes$ ).

3. 22. Коэффициенты развертки составляют (номинальные значения): 0,1; 0,2; 0,5; 1; 2; 5; 10; 20; 50; 100; 200; 500;  $1 \cdot 10^3$ ;  $2 \cdot 10^3$ ;  $5 \cdot 10^3$ ;  $1 \cdot 10^4$ ;  $2 \cdot 10^4$ ;  $5 \cdot 10^4$ ;  $1 \cdot 10^5$ ;  $2 \cdot 10^5$ ;  $5 \cdot 10^5$  и  $1 \cdot 10^6$  мкс/дел.

Обеспечивается пятикратная растяжка развертки и возможность плавной регулировки длительностей развертки на каждом диапазоне с перекрытием не менее 2,5.

3. 23. Пределы допускаемого значения относительной погрешности коэффициентов развертки при изображении сигнала по горизонтали не менее 4 делений для всех коэффициентов развертки, кроме  $2 \cdot 10^5$ ;  $5 \cdot 10^5$  и  $1 \cdot 10^6$  мкс/дел, равны:

- 1) основной —  $\pm 4$  % без растяжки,  $\pm 6$  % с растяжкой;
- 2) в рабочем диапазоне влияющего фактора —  $\pm 8$  % без растяжки,  $\pm 10$  % с растяжкой.

**Примечание.** Для коэффициентов развертки  $2 \cdot 10^5$ ,  $5 \cdot 10^5$  и  $1 \cdot 10^6$  мкс/дел погрешность не нормируется.

3. 24. Пределы перемещения луча по горизонтали не менее одного значения номинального горизонтального отклонения и обеспечивают совмещение начала и конца рабочей части развертки с центром экрана.

**Примечание.** Рабочей частью развертки с множителем  $\times 1$  является участок длиной 10 делений от начала, за исключением начального участка длиной  $l$  в делениях, равной

$$l = 0,2 + \frac{2}{k \cdot 100} \quad (3. 1)$$

где  $k$  — коэффициент развертки, мкс/дел.

Рабочей частью развертки с множителем  $\times 0,2$  является участок, соответствующий 10 делениям от начала с множителем  $\times 1$ , за исключением начального участка длиной  $l$  в делениях, равной

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

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

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

Максимальный размах напряжения исследуемого сигнала на входе усилителя горизонтального отклонения должен быть не более 10 В.

3. 26. Полоса пропускания усилителя горизонтального отклонения от 0 до 1 МГц при опорной частоте 1 кГц.

3. 27. Входное активное сопротивление входа внешней синхронизации и входа на усилитель горизонтального отклонения составляет не менее:

- 1) 50 кОм с параллельной емкостью не более 30 пФ для входов «1:1» внешней синхронизации и усилителя горизонтального отклонения;
- 2) 750 кОм с параллельной емкостью не более 15 пФ для входа внешней синхронизации через внутренний делитель «1:10».

3. 28. Внутренняя синхронизация осуществляется:

- 1) при автоматической установке уровня исследуемыми синусоидальными сигналами в диапазоне частот от  $1 \cdot 10^3$  до  $1 \cdot 10^6$  Гц и импульсами любой полярности длительностью от  $1 \cdot 10^{-7}$  до 1 с при вертикальном размазе изображения от 2 до 8 делений независимо от положения ручки «УРОВЕНЬ»;
- 2) при ручной установке уровня исследуемыми сигналами в диапазоне частот от 10 до  $1 \cdot 10^6$  Гц и импульсными сигналами любой полярности длительностью от  $1 \cdot 10^{-7}$  до 1 с при вертикальном размазе изображения от 0,8 до 8 делений.

Нестабильность синхронизации не превышает 0,1 деления.

3. 29. Внешняя синхронизация развертки осуществляется синусоидальными и импульсными сигналами любой полярности амплитудой от 0,5 до 20 В (для синусоидального сигнала — размах), как при ручной, так и при автоматической установке уровня.

Длительность импульсных сигналов синхронизации должна быть от  $1 \cdot 10^{-7}$  до 1 с.  
Диапазон частот синусоидальных сигналов от  $1 \cdot 10^3$  до  $1 \cdot 10^6$  Гц при автоматической установке уровня и от 10 до  $15 \cdot 10^6$  Гц при ручной установке уровня.

Нестабильность синхронизации не превышает 0,1 деления.

3. 30. Внутренний источник калиброванного сигнала генерирует П-образные импульсы с частотой повторения 1 кГц и амплитудой 1,2 В.

Пределы допускаемого значения относительной погрешности амплитуды и частоты импульсов калибратора равны:

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

3. 31. Размах пилообразного напряжения на гнезде « $\odot/\Delta$ » составляет не менее 5 В на нагрузке не менее 20 кОм с параллельной емкостью не более 20 пФ.

3. 32. Геометрические искажения, проявляющиеся в виде деформации изображения в пределах рабочей части экрана, не превышают 2,5 %.

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

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

3. 35. 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, среднеквадратическое значение которого составляет:

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

Сопротивление изоляции указанной цепи осциллографа относительно корпуса составляет не менее:

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

3. 36. Время установления рабочего режима осциллографа 15 мин.

3. 37. Осциллограф допускает непрерывную работу в рабочих условиях в течение 16 ч при сохранении своих технических характеристик.

3. 38. Осциллограф сохраняет свои характеристики при питании:

- 1) от сети переменного тока напряжением  $(220 \pm 22)$  В частотой 49,5—60,5 Гц и содержанием гармоник до 5 %;
- 2) от сети переменного тока напряжением  $(115 \pm 5,75)$  В или  $(220 \pm 11)$  В частотой  $(400 \pm 12)$  Гц и содержанием гармоник до 5 %;
- 3) от источника постоянного тока напряжением  $(24 \pm 2,4)$  В.

3. 39. Мощность, потребляемая осциллографом от сети при номинальном напряжении, не превышает 65 В·А.  
Ток, потребляемый от источника постоянного тока при напряжении 24 В, не превышает 1,2 А.

3. 40. Напряженные промышленных радиопомех, создаваемых осциллографом, не превышает величин «Общесоюзных норм допускаемых промышленных радиопомех (8—72)»:

- 80 дБ на частотах от 0,15 до 0,5 МГц;
- 74 дБ на частотах от 0,5 до 2,5 МГц;
- 66 дБ на частотах от 2,5 до 30 МГц.

3. 41. Нароботка на отказ составляет не менее 3500 ч.

3. 42. Осциллограф сохраняет свои технические характеристики в пределах норм после замены в нем электронно-лучевой трубки (ЭЛТ). Допускается регулировка с помощью имеющихся органов подстройки, предусмотренных принципиальной схемой осциллографа.

3. 43. Режимы работы элементов соответствуют нормам, установленным стандартами и техническим условиям на них.

3. 44. Габаритные размеры:

- осциллографа 180,5×308×438 мм (с учетом ручки);
- коробки для осциллографа 239×331×456 мм;
- укладочного ящика для осциллографа 275×471×577 мм;
- тарного ящика для осциллографа в коробке 351×467×739 мм;
- тарного ящика (фанерного) для осциллографа в укладочном ящике 399×583×695 мм;
- тарного ящика (дощатого) для осциллографа в укладочном ящике 410×574×726.

3. 45. Масса осциллографа не более 10 кг; масса осциллографа с коробкой не более 15 кг; масса осциллографа с укладочным ящиком не более 25 кг; масса осциллографа с коробкой и тарным ящиком — не более 40 кг; масса осциллографа с укладочным и тарными ящиками не более 50 кг.

3. 46. Средний срок службы осциллографа 12 лет.

3. 47. Средний ресурс 10000 ч.

3. 48. Средний срок сохранения осциллографа:

- в отапливаемом хранилище — 10 лет;
- в неотапливаемом хранилище — 8 лет.

3. 49. Среднее время восстановления осциллографа 2 часа.

#### 4. СОСТАВ ОСЦИЛЛОГРАФА

Осциллограф поставляется в составе, указанном в табл. 1.

Таблица 1

| Наименование                      | Обозначение     | Кол. | Примечание |
|-----------------------------------|-----------------|------|------------|
| Осциллограф универсальный С1-93   | И22.044.083     | 1    |            |
| Принадлежности:                   |                 |      |            |
| делитель 1:10                     | И22.727.074     | 2    |            |
| зажим                             | ЯП4.835.007     | 2    |            |
| кабель                            | И24.850.086 Сп  | 2    |            |
| кабель                            | И24.850.088 Сп  | 2    |            |
| кабель                            | атд4.850.001-02 | 2    |            |
| шнур питания                      | ЯП4.860.010     | 1    |            |
| шнур соединительный               | И24.860.023 Сп  | 2    |            |
| шнур                              | И24.860.038-05  | 2    |            |
| светофильтр                       | И27.222.008     | 1    |            |
| каркас                            | И27.804.114     | 1    |            |
| тубус                             | И28.647.016     | 1    |            |
| Запасные части:                   |                 |      |            |
| лампа СМН10-55-2                  |                 | 2    |            |
| лампа ИНС-1                       |                 | 2    |            |
| Вставка плавкая ВП1-1 1,0 А 250 В |                 | 5    |            |
| Вставка плавкая ВП1-1 2,0 А 250 В |                 | 5    |            |
| Вставка плавкая ВП1-2 2,0 А 250 В |                 | 1    |            |

## 5. УСТРОЙСТВО И РАБОТА ОСЦИЛЛОГРАФА И ЕГО СОСТАВНЫХ ЧАСТЕЙ

### 5. 1. Принцип действия

Осциллограф, структурная 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, формователь синхронимпульсов, схема автоматического выбора уровня и схема автоматического выбора режима работы генератора развертки);
- мультивибратор управления разверткой;
- генератор пилообразного напряжения;
- схему блокировки;
- усилитель развертки;
- калибратор;
- усилитель Z;
- узел питания (входит выпрямитель, стабилизатор, низковольтный и высоковольтный источники питания).

Исследуемый сигнал подается на одно из гнезд « $\oplus$  1M $\Omega$  30pF» или на два гнезда одновременно тракта вертикального отклонения.

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 (« $\uparrow$ »), калибровки коэффициента отклонения (« $\nabla$ »).

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 луча («I», «...», «I $\pm$ II», « $\leftrightarrow$ », «II»).

Линия задержки (ЛЗ) предназначена для задержки исследуемого сигнала на время, немного большее времени задержки канала горизонтального отклонения. Это дает возможность наблюдать передний фронт импульсов. Задержанный сигнал поступает на выходной усилитель и далее на вертикально-отклоняющие пластины ЭЛТ.

В осциллографе предусмотрена возможность подачи внешнего сигнала на горизонтально-отклоняющие пластины через усилитель развертки, при подаче на гнездо « $\oplus X$ ».

Для периодической проверки коэффициента отклонения канала вертикального отклонения луча и проверки калибровки длительности развертки служит калибратор амплитуды и длительности.

По сигналу калибратора осуществляется также компенсация выносного делителя напряжения 1 : 10.

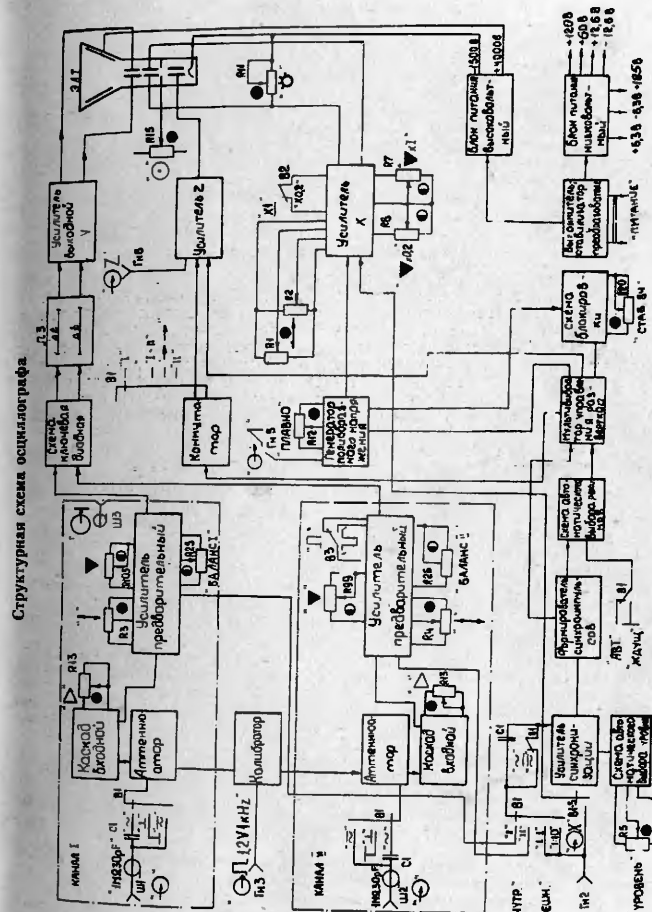


Рис. 1а.



Схема синхронизации усиливает исследуемый сигнал до необходимой величины и преобразует его в импульсы, запускающие генератор пилообразного напряжения, которое необходимо 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.

Усилитель развертки предназначен для усиления пилообразного напряжения до величины, необходимой для нормальной работы ЭЛТ.

С мультивибратора управления разверткой прямоугольные импульсы подаются на усилитель Z и далее на blanking-пластины для гашения обратного хода развертки.

Узел питания обеспечивает всю схему необходимыми питающими напряжениями.

## 5. 2. Схема электрическая принципиальная

5. 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, входного аттенюатора, предварительного усилителя I канала, предварительного усилителя II канала, коммутатора переключения каналов, линии задержки и выходного усилителя Y.

Схемы электрические принципиальные каналов вертикального отклонения луча изображены в приложении к данному техническому описанию И22.727.087 Э3, И22.035.358 Э3, И22.044.083 Э3.

Входной разъем Ш1 (Ш2) «1MQ 30P», расположенный на передней панели осциллографа служит для подачи исследуемого сигнала.

Переключатель входа В1-6 в положении « $\approx$ » (открытый вход) передает сигнал на вход аттенюатора непосредственно, а в положении « $\sim$ » (закрытый вход) — через разделительный конденсатор С21.

Аттенюатор 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—R12 (И22.727.087 Э3), номинальные величины которых подобраны так, что они дают возможность получить постоянную величину активного входного 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 «0,02» деление входного сигнала осуществляется путем изменения коэффициента усиления усилителя с обратной связью У1—2, У3—2 (У2—2, У4—2) (И22.035.358 Э3).

Для частотной компенсации, т. е. для получения одинакового коэффициента деления делителей во всей рабочей полосе частот используются конденсаторы С6, С7, С15, С18 (И22.727.087 Э3).

Для получения одинаковой входной емкости во всех положениях переключателя «V/ДЕЛ.» используются конденсаторы C1, C2, C11, C13, C16 (И22.727.087 Э3).

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

С выхода аттенюатора исследуемый сигнал поступает на входной каскад предварительного усилителя вертикального отклонения луча (И22.035.358 Э3).

Для обеспечения большого входного сопротивления и малой входной емкости усилителя вертикального отклонения луча входной каскад выполнен по схеме истокового повторителя на полевых транзисторах Т1, Т2 (Т3, Т4). В цепи затвора транзистора Т1 (Т3) установлена цепочка R12, С20 (И22.727.087 Э3), которая ограничивает ток затвора и вместе с диодами Д1, Д2 (Д3, Д4) (И22.035.358 Э3) создает защиту затвора транзистора от перегрузки. Режим диодов выбран так, что при подаче на вход напряжения больше допустимого для полевого транзистора диоды открываются и резистор R12 (И22.727.087 Э3) ограничивает дальнейшее повышение напряжения.

Выбранная схема симметричного входного каскада предварительного усилителя вертикального отклонения луча 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 необходимо поставить эмиттерный повторитель.

С выхода истокового повторителя исследуемый сигнал через эмиттерный повторитель на микросхеме У3—1 (У4—1) поступает на п-р-п, п-п-р каскад, собранный на микросхемах У3—2, У1—2 (У4—2, У2—2).

Резистором R13 (И22.044.083 Э3), ось которого выведена на переднюю панель осциллографа (на одной оси с переключателем «V/ДЕЛ.»), производится изменение (уменьшение) коэффициента усиления усилителя.

Коэффициент усиления п-р-п, п-р-п каскада определяется соотношением сопротивлений резисторов R80, R81 (R75, R76) и R14, R15 (И22.727.087 Э3), включенных между эмиттерами микросхем У3—2 (У4—2) с помощью переключателя аттенюатора В1-5 (И22.727.087 Э3), поставленного в положение «0,005» и «0,01». В остальных положениях аттенюатора эмиттерная связь отсутствует и усиление каскада равно единице.

Балансировка усилителя вертикального отклонения луча производится потенциометрами R25 (R26).

Потенциометрами R3 (R4) (И22.044.083 Э3) осуществляется перемещение луча по вертикали путем изменения в небольших пределах коллекторных токов транзисторов микросхем У3—2 (У4—2).

Исследуемый сигнал с коллекторов транзисторов микросхем У1—2 первого канала и транзисторов микросхем У2—2 второго канала поступает через эмиттерные повторители, собранные на микросхемах У1—1 и У2—1, в диодную ключевую схему Д5—Д12 на каскад предусилителя синхронизации. В зависимости от положения коммутатора вида синхронизации (У4, В1, И22.044.083 Э3) сигнал поступает на предусилитель синхронизации от канала I или канала II. Предусилитель синхронизации, собранный на микросхемах У6 и У6, усиливает до необходимой величины сигнал от канала I или канала II.

С коллектора транзистора микросхемы У1—2 (вывод 3) канала I исследуемый сигнал через эмиттерный повторитель, собранный на транзисторе Т5, поступает на разъем Ш3 « $\oplus$ » (И22.044.083 Э3).

Второй каскад усиления вертикального отклонения луча построен по балансной симметричной схеме на микросхеме (транзисторной сборке) У8, (У9). В цепь эмиттеров транзисторов микросхем У8 (У9) (выводы 4, 6) подключены последовательно резисторы R103 (R99) и R105, R100 (И22.035.358 Э3). При помощи резистора R103 (R99) « $\nabla$ », ось которого выведена на переднюю панель осциллографа, осуществляется калибровка коэффициента усиления усилителя вертикального отклонения луча. Коррекция частотной характеристики осуществляется конденсатором С27 (С26).

Переключатель полярности В3 (И22.044.083 Э3), включенный во II канал между коллекторами транзисторов микросхем У2—2 (выводы 3, 6)

и базами транзисторов микросхемы У9 (выводы 3, 7), осуществляет инвертирование сигнала, поступающего на вход канала II.

С выхода второго каскада усиления исследуемый сигнал через диодную ключевую схему Д15—Д18 (Д19—Д22), эмиттерный повторитель на микросхеме У11 и линию задержки поступает на входной каскад оконечного усилителя.

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.

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. Переключателем В1 коммутатора режима работы У8 (И22.044.083 Э3) устанавливаются следующие режимы работы «I», «...», «I+II», «←→», «II».

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 предусилителей осуществляется диодными ключевыми схемами Д15—Д18 (Д19—Д22), которые, в свою очередь, в одноканальном режиме управляются переключателем В1 коммутатора режима работы У8 (И22.044.083 Э3), а в двухканальном режиме — коммутирующим мультивибратором на микросхеме У7. При установлении переключателя режима работ в положении «I» напряжение минус 6,3 В подается через резистор R104, эмиттерный повторитель, собранный на микросхеме У10, на диоды Д16, Д17 диодной ключевой схемы канала I. Диоды Д16, Д17 закрываются, а диоды, включенные в цепь прохождения исследуемого сигнала Д15, Д18, открываются и пропускают исследуемый сигнал через эмиттерный повторитель У11 на выходной усилитель.

При установлении переключателя рода работ в положении «II» диоды Д20, Д21 закрываются напряжением минус 6,3 В, которое подается через резистор R130 и эмиттерный повторитель У10.

Диоды Д19, Д22, включенные в цепь прохождения исследуемого сигнала, открываются и пропускают исследуемый сигнал канала II через эмиттерный повторитель У11 на выходной усилитель.

В режиме «...» коммутатором для коммутации выходов предусилителей каналов I и II ко входу выходного усилителя У служат мультивибратор У7, который собран на микросхеме 218ГГ1. Частота переключения мультивибратора порядка 100 кГц.

Одновременно прямоугольный импульс с мультивибратора У7 поступает на дифференцирующие цепи С38, С39 и R134, R136. Проявляющийся на этих цепях импульс положительной полярности управляет работой усилителя гасящего импульса коммутатора У12, который формирует импульсы для усилителя Z, с помощью которого гасится переход луча от уровня канала I к уровню канала II.

При установлении переключателя рода работ в положении «←→» мультивибратор переводится в ждущий режим. Запуск триггера осуществляется импульсами, поступающими от генератора развертки через конденсатор С37.

При этом исследуемый сигнал канала «I» поступает на выходной усилитель У после полного хода развертки, при которой работает канал II, и наоборот.

Входной каскад оконечного усилителя выполнен по схеме с общей базой на микросхеме У13. Входное сопротивление этого каскада низкое и поэтому

согласование линии задержки со стороны выхода определяется резисторами R141 и R142. Кроме хорошего согласования, каскад на микросхеме У13 позволяет получить усиление по напряжению. Потенциометр R152 предназначен для выравнивания потенциалов коллекторов транзисторов микросхемы У13 (выводы 2, 8).

С выхода каскада с общей базой сигнал поступает на эмиттерный повторитель, собранный на микросхеме У14, а затем на выходной каскад.

Выходной каскад усилителя вертикального отклонения луча выполнен по схеме с общим эмиттером на транзисторах Т6 и Т7.

Для коррекции частотной характеристики применяется обратная связь по току (R159, R166, C46, C49, C50).

Цепочка C48, R167 является фильтром в цепи +80 В.

С коллекторов транзисторов Т6, Т7 усиленный исследуемый сигнал подается на вертикально-отклоняющие пластины ЭЛТ.

5. 2. Тракт горизонтального отклонения луча (И22.044.083 Э3, И23.263.031 Э3, И22.051.008 Э3) содержит:

- коммутатор вида синхронизации;
- схему синхронизации;
- мультивибратор управления разверткой;
- генератор пилообразного напряжения;
- схему блокировки;
- усилитель развертки.

Коммутатор вида синхронизации состоит из переключателя В1—I — В1-5, с помощью которого производится выбор вида синхронизации:

- «ВНУТР. I» — внутренняя от первого канала;
- «ВНУТР. II» — внутренняя от второго канала;
- «ВНЕШН.» — внешняя;

«ОХ» — внешняя развертка.

Схема синхронизации предназначена для усиления и формирования синхримпульсов, управляющих разверткой, с целью получения на экране электронно-лучевой трубки неподвижного изображения исследуемых сигналов.

Схема синхронизации состоит из усилителя, формирующего прямоугольные импульсы, усилителя-формователя остроугольных импульсов, схемы автоматического выбора уровня и схемы автоматического управления режимом работы генератора.

В зависимости от положения коммутатора входа и режима выбора уровня синхронизации (И22.044.083 Э3) сигнал синхронизации поступает на усилитель синхронизации непосредственно или через конденсатор С1, расположенный на плате вышеуказанного коммутатора.

Для предохранения усилителя от перегрузки в базовую цепь (вывод 2) транзистора Т2 микросхемы У3 усилителя синхронизации (И23.263.031 Э3) включены транзисторы Т1 и Т3 микросхемы У3 в диодном включении.

С выхода усилителя синхронизации сигнал через эмиттерный повторитель на транзисторе Т4 (У3) поступает на формирователь прямоугольных импульсов и схему автоматического выбора уровня синхронизации.

Формирователь прямоугольных импульсов представляет собой дифференциальный каскад на микросхеме У5, нагрузкой которого является оконечный мультивибратор на туннельном диоде Д3, который через электронный коммутатор (микросхеме У4) подключается, в зависимости от полярности исследуемого сигнала в коллекторную цепь транзистора Т1 или Т2 (У5). Электронным коммутатором управляет схема автоматического переключения полярности исследуемого сигнала.

Для достижения устойчивой синхронизации в широком диапазоне изменения амплитуды синхронизирующих сигналов в схеме автоматической синхро-

низации применен двухполярный пик-детектор, собранный на микросхемах У1, У2 и транзисторах Т1 и Т2.

Крайние выводы потенциометра «УРОВЕНЬ» соединены со входами 9 и 10 микросхемы У6, которая служит сравнивающим устройством. При переключении ручки потенциометра через среднее положение разность потенциалов на его выходах меняет знак на противоположный, что приводит к изменению уровня постоянного напряжения на выходе 5 микросхемы У6. При этом коммутатор У4 производит переключение полярности синхронизации.

На вход пик-детектора сигнал поступает с транзистора Т4 (У3), нагрузкой его служит потенциометр «УРОВЕНЬ» (R5 И22.044.083 Э3).

Благодаря пик-детектору постоянное напряжение на потенциометре «УРОВЕНЬ» всегда пропорционально величине усиливаемого сигнала и вращении ручки «УРОВЕНЬ» позволяет плавно изменять токи транзисторов Т1 или Т2 (У5) как для больших, так и для малых исследуемых сигналов.

При изменении тока через транзисторы Т1 и Т2 (У3) происходит смещение рабочей точки туннельного диода Д3, в результате чего одностабильный мультивибратор запускается от различных уровней синхронизирующего сигнала.

С выхода одностабильного мультивибратора сигнал синхронизации поступает на усилительный каскад Т3, формирующий остроконечные импульсы. С дифференцирующего трансформатора Тр1 эти импульсы подаются на запуск генератора развертки.

Мультивибратор управления разверткой представляет собой сочетание туннельного диода Д8 (И23.263.031 Э3) с усилителем по схеме с общим эмиттером на транзисторе Т5 (И23.263.031 Э3). Туннельный диод Д8 через резистор R86 включен в цепь эмиттера микросхемы У9 (выводы 7, 8, 9). В исходном состоянии рабочая точка туннельного диода Д8 выбирается так, что усилитель на транзисторе Т5 заперт. Импульсы положительной полярности, поступающие из канала синхронизации, переводят туннельный диод Д8 в высоковольтное устойчивое состояние, при этом транзистор Т5 открывается, потенциал на его коллекторе понижается и вырабатывается отрицательный управляющий импульс, который управляет работой транзисторного ключа У10-1, а также подается через эмиттерный повторитель Т6 на схему формирования бланкирующего импульса.

Импульсы с эмиттера транзистора Т3 поступают на схему автоматического управления режимом работы генератора, который состоит из дифференцирующего каскада на транзисторе Т4, ждущего мультивибратора на микросхеме У8 и компаратора на микросхеме У7. Схема автоматического управления работает таким образом, что если на входе присутствует синхронизирующий сигнал, напряжение на выходе компаратора (вывод 5 микросхемы У7) имеет высокий уровень. Поэтому генератор развертки, управляемый этим напряжением, работает в автоколебательном режиме и линия развертки видна на экране. Если на входе отсутствует 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 Д4 поступают на запуск ждущего мультивибратора У8.

В исходном состоянии левый по схеме транзистор микросхемы У8 закрыт и напряжение на его коллекторе равно напряжению источника питания.

Первый синхронизирующий импульс переводит мультивибратор во второе устойчивое состояние. Напряжение на коллекторе левого транзистора микросхемы У8 мгновенно уменьшается и становится меньше опорного напряжения на компараторе (вывод 9 микросхемы У7). Напряжение на выходе компаратора мгновенно уменьшается и переводит генератор в ждущий режим.

При возвращении мультивибратора в исходное состояние конденсатор С19 начинает заряжаться через резистор R72 по экспоненциальному закону до

напряжения источника питания. Когда оно достигнет уровня примерно 6 В, срабатывает компаратор и генератор возвращается в автоколебательный режим. Если до момента сравнения на входе мультивибратора окажется синхронизирующий импульс, мультивибратор возвратится в свое устойчивое состояние, в результате чего будет поддерживаться ждущий режим генератора.

В осциллографе предусмотрен ждущий режим работы генератора независимо от наличия синхронизирующего сигнала. В этом режиме резистор R64 через переключатель В1 (И22.044.083 Э3) подсоединяется к земляной шине, в результате чего напряжение на входе компаратора (вывод 10 микросхемы У7) всегда меньше опорного напряжения. Поэтому напряжение на выходе компаратора соответствует уровню ждущего режима генератора развертки.

Генератор пилообразного напряжения выполнен по схеме с емкостной отрицательной обратной связью (интегратор Миллера), который состоит из усилителя постоянного тока (транзистор Т8, микросхема У12) транзисторного ключа У10-1 и цепи отрицательной обратной связи С1—С5, С38—С45, R101, R106—111 (И22.044.083 Э3, И23.263.031 Э3).

В исходном состоянии транзисторный ключ У10-1 открыт. Вреязадающий конденсатор цепи отрицательной обратной связи зашунтирован его низким сопротивлением.

Отрицательный импульс с выхода мультивибратора управления (коллектор транзистора Т5) закрывает транзистор У10-1 и времязадающий конденсатор начинает заряжаться по линейному закону. Процесс заряда создает рабочий ход развертки. Времязадающие конденсаторы и резисторы выбирают переключателем В4 (И22.044.083 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 туннельном диоде Д11 и транзисторе Т7 (И23.263.031 Э3), и времязадающей цепи R93, С21, С36, С37 (И23.263.031 Э3) С6—С10 (И23.044.083 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 (вывод 8 микросхемы У9) и переводит туннельный диод Д8 в низковольтное состояние. При этом транзистор Т5 закрывается, напряжение на его коллекторе возрастает и открывает транзистор У10-1. Начинается обратный ход развертки, т. е. разряд одного из времязадающих конденсаторов.

По окончании обратного хода развертки один из блокировочных конденсаторов начинает заряжаться через резистор R93 до уровня напряжения, соответствующего состоянию компаратора схемы автоматического управления режимом работы генератора.

Постоянная времени R93 и каждого из блокировочных конденсаторов С6—С10, С36, С37 (И22.044.083 Э3) такова, что за время обратного хода развертки и небольшого промежутка времени после окончания обратного хода туннельный диод Д8 (И23.263.031 Э3) находится в таком состоянии, что положительные запускающие синхронимпульсы 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 мультивибратор управления разверткой запускается с выхода схемы синхронизации.



Усилитель X (И22.051.008 Э3) предназначен для усиления пилообразного напряжения или напряжения другой формы до величины, необходимой для подачи на горизонтально-отклоняющие пластины ЭЛТ. Усилитель выполнен по балансной схеме. Коммутация пилообразного напряжения генератора развертки или напряжения, подаваемого на гнездо « $\oplus X$ » на базу первого каскада усилителя, осуществляется с помощью контактов реле Р1. Усиливаемое пилообразное напряжение через нормально-замкнутые контакты реле Р1 поступает на вход усилительного каскада на транзисторе Т1, включенного по схеме с общим эмиттером и охваченного отрицательной обратной связью. В цепь базы транзистора Т1 включены потенциометры Р1 и Р2 (И22.044.083 Э3), осуществляющие грубое и плавное перемещение луча по горизонтали.

С выхода первого каскада пилообразный сигнал поступает на балансный фазоинверсный каскад с эмиттерной связью на транзисторах Т2, Т3, на выходе которого образуется пилообразное напряжение обеих полярностей. Изменение эмиттерного сопротивления в этом каскаде влечет за собой изменение скорости нарастания пилообразного напряжения, что используется при калибровке усилителя.

Переключатель В2 (И22.044.083 Э3) включает между эмиттерами транзисторов Т2 и Т3 дополнительное сопротивление обратной связи Р21 (И22.051.008 Э3), Р6 (И22.044.083 Э3). Если подключен резистор Р6 усиление увеличивается в 5 раз, чем обеспечивается пятикратная растяжка линии развертки. Переменными резисторами Р7 и Р8 производится калибровка усилителя X, в положении переключателя В2 «X1» и «X0,2» соответственно. С выхода фазоинверсного каскада 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 окончного каскада на транзисторах Т6, Т7, включенных по схеме с общим эмиттером. Каждое плечо последних двух каскадов охвачено общей отрицательной обратной связью через печочки Р25, С8, С10 и Р28, С9, С11, что повышает линейность усиленного напряжения и стабильность усилителя. Конденсаторами С8 и С9 производится корректировка частотной характеристики усиления. С выхода окончного усилителя противозадающее пилообразное напряжение подается на горизонтально-отклоняющие пластины ЭЛТ.

5. 2. 3. Калибратор амплитуды и длительности (И22.051.008 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 У1 типа 140УД2 и представляет собой релаксационный генератор прямоугольных импульсов. Генератор содержит времязадающую цепь отрицательной обратной связи Р41, С16 и резистивный делитель Р48—Р50 в цепи положительной обратной связи. Генератор работает в результате перезаряда времязадающего конденсатора С16 между двумя уровнями напряжения, определенными резистивным делителем Р48—Р50.

Резистор Р46 и стабилитрон Д5 образуют параметрический стабилизатор, работающий в режиме переключения. Параллельно стабилитрону подключен резистивный делитель Р42—Р44, Р47 (И22.044.008 Э3), определяющий амплитуду выходных калибрационных импульсов.

Калиброванное напряжение частотой 1 кГц и амплитудой 1,2 В подается на гнездо, выведенное на правую боковую панель осциллографа.

Одновременно калиброванное напряжение подается через аттенюаторы на выходы усилителей вертикального отклонения луча при установлении переключателя «V/ДЕЛ.» в положение « $\nabla$  6 ДЕЛ.».

5. 2. 4. Усилитель Z (И22.002.082 Э3) представляет собой схему формирования импульса гашения луча ЭЛТ на время обратного хода развертки. Усилитель собран по схеме с общей базой на транзисторе Т2. На транзисторах Т1 и Т3 собраны эмиттерные повторители.

Во время прямого хода луча импульс мультивибратора управления разверткой (транзистор Т5 И23.263.031 Э3) через эмиттерный повторитель Т6 (И23.263.031 Э3) подается на эмиттер транзистора Т2 усилителя Z, где формируется отрицательный импульс, который через эмиттерный повторитель подается на blankирующую пластину ЭЛТ. Вторая blankирующая пластина подключена к делителю напряжения Р1, Р2. При выравнивании напряжений на blankирующих 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 « $\oplus Z$ » служит для подачи внешнего сигнала при измерениях фазы, периода, частоты.

5. 2. 5. Узел питания обеспечивает питающими напряжениями схему осциллографа.

Электрические данные источников питания приведены в табл. 2.

Таблица 2

| Номинальное напряжение, В | Ток нагрузки, А | Коэффициент стабилизации | Напряжение пульсаций, В | Примечание                   |
|---------------------------|-----------------|--------------------------|-------------------------|------------------------------|
| +6,3                      | 0,15            | 500                      | 0,005                   |                              |
| -6,3                      | 0,15            | 500                      | 0,005                   |                              |
| +12,6                     | 0,06            | 100                      | 0,01                    |                              |
| -12,6                     | 0,06            | 100                      | 0,01                    |                              |
| +80                       | 0,05            | 100                      | 0,05                    |                              |
| +125                      | 0,04            | 100                      | 0,05                    |                              |
| +220                      | 0,002           | 100                      | 1                       |                              |
| -1500                     | 0,001           | 100                      | 0,5                     |                              |
| +4000                     | 0,00005         | 100                      | 5                       |                              |
| ~6,3                      | 0,3             | 100                      |                         | Под потенциалом минус 1500 В |

Напряжение сети через понижающий трансформатор Тр1 (И22.044.083 Э3) поступает на выпрямитель, выполненный по мостовой схеме на диодах Д1—Д4 (И22.044.083 Э3). Выпрямленное напряжение фильтруется емкостным фильтром — конденсаторы С11, С12 (И22.044.083 Э3).

Напряжение постоянного тока в пределах от 21,6 до 26,4 В подается на первичный стабилизатор напряжения, расположенный на плате стабилизатора И23.233.169, в котором транзистор Т1 (И22.044.083 Э3) — регулирующий, транзистор Т1 — основной, транзистор Т2 — усилитель напряжения обратной связи.

Опорное напряжение стабилизатора снимается со стабилизатора Д3.

Стабилизатор Д1 и диод Д2 служат для устойчивого запуска узла питания. На выходе стабилизатора напряжение в пределах от 18,5 до 19,5 В устанавливается резистором R6. Конденсаторы С1, С4 служат для устранения самовозбуждения стабилизатора.

При увеличении напряжения питающей сети напряжение на выходе стабилизатора начинает увеличиваться. При этом возрастает положительный потенциал на базе транзистора Т2 и он частично открывается. Ток его коллектора возрастает, уменьшая базовые токи транзисторов Т1 и Т2 (И22.044.083 Э3) и они частично закрываются. Падение напряжения между коллектором и эмиттером Т1 (И22.044.083 Э3) возрастает, оставляя неизменным выходное напряжение стабилизатора. Схема работает аналогично при уменьшении входного напряжения питающей сети и изменении тока нагрузки стабилизатора.

Стабилизированным напряжением питаются два усилителя мощности и параметрический стабилизатор, расположенные на плате стабилизатора И23.233.169.

Параметрический стабилизатор выполнен на резисторе R8 и стабилизаторе Д5. Напряжение, снимаемое со стабилизатора, питает задающий генератор, выполненный по схеме мултивибратора на транзисторах Т3, Т4, конденсаторах С6, С11, резисторах R9—R14. Наружкой мултивибратора является трансформатор Tr2, с которого снимаются напряжения прямоугольной формы частотой  $(9 \pm 1)$  кГц.

Усилители мощности выполнены на транзисторах Т5, Т6 (И23.233.169 Э3) и Т2, Т3 (И22.044.083 Э3), трансформатор Tr1 (И23.233.169 Э3) и Tr2 (И22.044.083 Э3). Рабочая частота их  $(9 \pm 1)$  кГц.

Выпрямители источников +12,6, минус 12,6 В выполнены на диодной сборке У1 (И23.233.169 Э3). Выпрямленные напряжения фильтруются сначала емкостными фильтрами — конденсаторы С7—С10 (И23.233.169 Э3), а затем транзисторными фильтрами, выполненными на транзисторах Т13, Т14 (И23.233.168 Э3), конденсаторах С17, С18, С21, С22 (И23.233.168 Э3), резисторах R10, R11, R15, R16 (И23.233.168 Э3). Резисторы R15\*, R16\* (И23.233.168 Э3) служат для подрегулировки выходных напряжений.

С трансформатора Tr2 (И22.044.083 Э3) снимается ряд напряжений прямоугольной формы, часть из которых поступает на плату стабилизатора И23.233.168, где осуществляется их выпрямление, фильтрация и стабилизация.

Выпрямители источников +6,3, минус 6,3 В выполнены на диодных сборках У1, У2. Выпрямленные напряжения фильтруются емкостными фильтрами — конденсаторами С1, С4. Далее напряжения поступают на стабилизаторы компенсационного типа, которые выполнены по аналогичной схеме, описанной выше. Опорное напряжение стабилизатора минус 6,3 В снимается с делителя напряжения — резисторы R6, R7, питание которого осуществляется параметрическим стабилизатором — стабилизатор Д1, резистор R3. Опорным напряжением стабилизатора +6,3 В является напряжение минус 6,3 В. Транзисторы Т1, Т2 служат для защиты источников +6,3, минус 6,3 В от короткого замыкания. Подпитка стабилизаторов +6,3, минус 6,3 В осуществляется напряжением +12,6 В.

Выпрямитель источника +60 В выполнен по мостовой схеме на диодах Д2—Д5. Выпрямленное напряжение фильтруется сначала емкостным фильтром — конденсатор С11, а затем транзисторным фильтром, в состав которого

входят транзисторы Т9, Т12, конденсаторы С15, С23, резисторы R12, R19, стабилизаторы Д11, Д13.

Выпрямитель источника +120 В выполнен по мостовой схеме на диодах Д6—Д9. Выпрямленное напряжение фильтруется емкостным фильтром — конденсатор С12, а затем транзисторным фильтром, состоящим из транзистора Т10, конденсаторов С16, С20, резистора R13, стабилизаторов Д12, Д14. Стабилизаторы Д11—Д14 служат для защиты переходов транзисторов в момент включения источников.

Выпрямитель источника +185 В выполнен по однополупериодной схеме на диоде Д10. Выпрямленное напряжение фильтруется емкостным фильтром — конденсатор С13.

Выпрямитель минус 1500 В выполнен по схеме с удвоением напряжения на диодах Д2, Д4 (атд3.215.002 Э3) и конденсаторах С3, С4, С8 (атд3.215.002 Э3).

Выпрямитель +4000 В выполнен по схеме с умножением напряжения в 5 раз на диодах Д1, Д3, Д5—Д7 (атд3.215.002 Э3) и конденсаторах С1, С2, С7, С9, С10 (атд3.215.002 Э3). Умноженные напряжения дополнительно фильтруются RC-фильтрами — резисторы R1, R2 (атд3.215.002 Э3), конденсаторы С5, С6, С11 (атд3.215.002 Э3).

Напряжение, снимаемое с отводов 13, 14 трансформатора Tr2 (И22.044.083 Э3), питает накал электронно-лучевой трубки Л4 (И22.044.083 Э3).

### 5. 3. Конструкция осциллографа

Конструктивно осциллограф выполнен в виде отдельного блока и представляет собой настольный прибор, который размещен в специально разработанном корпусе с габаритными размерами по каркасу:

ширина — 260 мм;  
высота — 160 мм;  
глубина — 360 мм.

Каркас, в котором выполнен осциллограф, представляет собой две несущие панели (передняя и задняя), соединенные между собой элементами конструкции (боковые стенки, шасси и т. д.). Передняя панель литая, задняя — штампованная из листа алюминиевого сплава.

Сзади на конструкцию надвигается замкнутый по периметру металлический кожух, который плотно входит в специальные пазы на передней панели. Сзади кожух прижимается литой пластмассовой крышкой, крепящейся к задней панели. Снизу на кожухе укреплены ножки-амортизаторы. Для обеспечения хорошей естественной вентиляции и облегчения теплового режима осциллографа в кожухе имеется перфорация.

Для удобства переноса осциллограф снабжен ручкой с фиксатором, которая одновременно служит подставкой, позволяющей размещать осциллограф в наклонном положении.

Конструкция осциллографа состоит из ряда субблоков, разделенных по их функциональному назначению. Электронно-лучевая трубка (ЭЛТ) с органами управления луча размещена в средней части осциллографа (приложение 5, рис. 1, рис. 2).

Элементы, относящиеся к органам управления луча, расположены на печатной плате, установленной под ЭЛТ (приложение 5, рис. 3).

Для защиты от внешних полей ЭЛТ заключена в пералювий экран и крепится к нему с помощью специального хомута. Экран вместе с ЭЛТ и каркасом крепится к передней панели и к задней стенке осциллографа (приложение 5, рис. 2).

Подсвет шкалы ЭЛТ осуществляется за счет миниатюрных ламп накаливания, укрепленных в каркасе (приложение 5, рис. 2).

Для замены ЭЛТ необходимо:

— снять пластмассовое обрамление на передней панели;

- отвинтить четыре гайки, крепящие металлическое обрамление к передней панели, и снять его;
- отсоединить панель и провода с гнездами, подсоединенные к отклоняющей катушке и пластинам ЭЛТ;
- расшатать винт крепления ЭЛТ к комуту;
- вынуть ЭЛТ из экрана.

При установке ЭЛТ в осциллограф все действия необходимо производить в обратном порядке.

Слева от ЭЛТ по всей плоскости осциллографа размещен блок усилителя Y (приложение 5, рис. 2), выполненный на одной печатной плате, за исключением крупногабаритной линии задержки, установленной на боковой стенке, и органов управления, размещенных на передней панели.

Справа от ЭЛТ в передней части осциллографа размещен блок генератора развертки и схемы синхронизации (приложение 5, рис. 2). Основная часть схемы блока смонтирована на одной печатной плате, за исключением крупногабаритных времязадающих конденсаторов и двух систем резисторов с микропереключателями, которые укреплены на боковой стенке, и органов управления, установленных на передней панели.

Схема усилителя X и калибратора размещена на одной печатной плате, расположенной над ЭЛТ в задней части осциллографа (приложение 5, рис. 2). Для удобства ремонта платы и облегчения доступа к пластинам ЭЛТ плата выполнена откидной.

Плата усилителя Z установлена на задней стенке (приложение 5, рис. 6). В задней части осциллографа на горизонтальном шасси и задней стенке размещен блок питания (приложение 5, рис. 2, рис. 3, рис. 6). Выпрямительные диоды, плата первичного стабилизатора с задающим генератором преобразователя и трансформатор преобразователя расположены на задней стенке, а силовой трансформатор, электролитические конденсаторы, высоковольтный выпрямитель и плата вторичных стабилизаторов расположены на горизонтальном шасси.

Мощные транзисторы для хорошего охлаждения размещены на задней панели осциллографа, которая для обеспечения необходимой теплопроводности изготовлена из 2,5 мм листа (приложение 5, рис. 4).

На задней панели также крепятся разъем питания, предохранители, переключатели напряжения питания, гнезда входа усилителя Z,  $\perp$  и выходы первого канала, которые снабжены необходимыми надписями.

Жоки на задней панели выбраны с учетом защиты панели от повреждения при установке осциллографа в горизонтальном положении (приложение 5, рис. 2, рис. 5).

Органы управления на передней панели, а также надписи и графические символы, относящиеся к ним, размещены с учетом требований эргономики и художественного конструирования (приложение 5, рис. 1).

На правой боковой стенке осциллографа расположены калибровочные органы управления и вспомогательные гнезда (приложение 5, рис. 5).

Электромонтаж осциллографа выполнен в основном на печатных платах за исключением крупногабаритных элементов.

Для обеспечения высокого уровня ремонтопригодности часть плат выполнена откидными; для подсоединения жгутов к печатным платам широко используются малогабаритные разъемы.

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

## 6. МАРКИРОВАНИЕ И ПЛОМБИРОВАНИЕ

На каждом осциллографе нанесены:

- обозначение;
- номер осциллографа;

— год выпуска;

— дополнительные обозначения, необходимые для эксплуатации.

Пломбирование осциллографа осуществляется в углублениях между задней панелью, запоненных мастикой. Укладочный ящик и тара пломбируются навесными пломбами.

## 7. ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

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

После длительного хранения в условиях повышенной влажности осциллографы перед включением выдерживайте в нормальных условиях в течение 12 ч.

При расконсервировании проверяйте комплектность осциллографа в соответствии с формуляром.

Перед включением осциллографа ручка регулировки яркости должна быть установлена в крайнее левое положение.

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.

Повторную упаковку производите при перевозке осциллографа в пределах предприятия и вне его.

Перед упаковкой в укладочный ящик, проверяйте комплектность в соответствии с формуляром, осциллограф и ЗИП протрите от пыли, заверните во влагостойкую бумагу. После этого осциллограф упакуйте в укладочный ящик.

## 8. УКАЗАНИЯ МЕР БЕЗОПАСНОСТИ

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

8. 2. При установке осциллографа на месте эксплуатации и работе с ним, а также при периодической проверке обязательно присоединяйте защитное заземление раньше всех последующих присоединений и отсоединяйте после всех отсоединений. Зажим защитного заземления расположен на задней панели осциллографа и обозначен символом «».

8. 3. При подготовке к работе с осциллографом необходимо ознакомиться с техническим описанием и инструкцией по эксплуатации.

8. 4. При устранении неисправностей и ремонте осциллографа следует обратить внимание на то, что даже при выключенном тумблере ПИТАНИЕ осциллограф находится под напряжением.

Поэтому при перепайках в схеме блока питания на задней стенке и на лицевой панели, а также при замене вставок плавкой, переключении тумблера и колодки питающей сети вынимайте вилку шнура питания. Все остальные перепайки производите только при выключенном тумблере ПИТАНИЕ.

Включенное состояние осциллографа индицируется сигнальной лампочкой, расположенной над тумблером ПИТАНИЕ.

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

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 выключенном осциллографе. После каждого включения перед проведением регулировочных работ (смена резисторов, конденсаторов и т. д.) необходимо разрядить разделительные конденсаторы и высоковольтный ввод второго анода ЭЛТ, т. к. напряжение на них сохраняется и после выключения осциллографа.

Разряд, снятие остаточных зарядов производить путем многократного соединения их с шасси при помощи проводника с изолированным держателем.

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 гокопроводящих частей осциллографа и измерительной аппаратуры.

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

## 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 с осциллографом ручка переноса, закрепленная на боковых стычках, используется как подставка. Для установки ручки переноса нажмите ее одновременно в местах крепления, поверните и отпустите, 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 соответствующих номиналов вставок плавких.

Заземлите корпус осциллографа перед подключением к источнику питания.

### 9. 2. Описание органов управления

9. 2. 1. Расположение органов управления на передней панели осциллографа приведено на рис. 1 приложение 5.

9. 2. 2. Органы управления ЭЛТ:

ручка «» — регулирует яркость изображения;

ручка «» — регулирует четкость (фокус) изображения;

ручка «» — регулирует освещение линий шкалы на экране ЭЛТ;

потенциометр «» — регулирует астigmatизм.

9. 2. 3. Органы управления тракта вертикального отклонения:

переключатели «V/ДЕЛ.» — устанавливают 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 «V/ДЕЛ.»;

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

переключатели режима работы входов усилителя в положениях:

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

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

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

потенциометр «» — регулировка коэффициентов отклонения каналов;

«» — указания положения коэффициентов отклонения;

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 изображения сигналов обоих каналов, переключение каналов осуществляется с частотой 100 КГц;

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

« 1M, 30pF» — высокочастотные гнезда подачи исследуемых сигналов;

«» — фаза сигнала не меняется;

«» — фаза сигнала меняется на 180°.

9. 2. 4. Органы управления синхронизации: ручка «УРОВЕНЬ» — выбирается уровень исследуемого сигнала, при котором происходит запуск развертки;

ручка «СТАБ. ВЧ» — обеспечивает получение устойчивого изображения сигнала на частотах выше 5 МГц;

гнездо «» — корпус осциллографа;

переключатель выбора синхронизирующего сигнала в положениях;

«» — развертка синхронизируется запускающим сигналом с частотой следования от 10 до 10<sup>6</sup> Гц;

«» — развертка синхронизируется запускающим сигналом с частотой следования от 100 до 10<sup>6</sup> Гц (не проходит постоянная составляющая);

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

«ВНУТР. II» — развертка синхронизируется сигналом со второго канала;

«ВНЕШН. 1:1» — развертка синхронизируется внешним сигналом без ослабления;

«ВНЕШН. 1:10» — развертка синхронизируется внешним сигналом ослабленным в 10 раз;

«» — выбор уровня производится автоматически;

«» — выбор уровня производится вручную;

гнездо «» — вход внешней синхронизации и для подачи исследуемого сигнала непосредственно на входной усилитель X.

9. 2. 5. Органы управления разверткой:

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

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

«» — перемещает луч по горизонтали;

« X1,  X0,2» — положения указанных символов увеличивают скорость развертки в положениях «0,2» в 5 раз;

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

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

ручка «ПИТАНИЕ» — осуществляется включение и выключение осциллографа.

9. 2. 6. Органы управления и присоединения, расположенные на правой боковой панели осциллографа (приложение 5, рис. 5):

гнездо «» — корпус осциллографа;

«» — гнездо выхода пилообразного напряжения;

«X1» — калибровка скорости развертки;

«X0,2» — калибровка скорости развертки при растяжке;

«П 1,2V1kHz» — гнездо выхода калибратора;

потенциометр «КОРР. СИНХР.» — для коррекции синхронизации.

9. 2. 7. На левой боковой панели осциллографа расположены потенциометры:

«БАЛАНС I» и «БАЛАНС II» — балансировка каналов I и II усилителя вертикального отклонения;

гнездо «I» — выход первого канала.

9. 2. 8. На задней панели осциллографа расположены:

разъем штепсельный — для подсоединения шнуров питания осциллографа к сети «115 V» или источника постоянного напряжения «=24 V»;

держатели вставок плавких с маркировкой «2,0 A» «1,0 A» — для предохранения осциллографа при включении его в сеть;

тумблер «50 (60) Hz, 400 Hz, 400 Hz» — для переключения осциллографа на соответствующее напряжение сети;

тумблер «», «» — для переключения осциллографа при работе от источника постоянного напряжения или от сети переменного тока;

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

гнездо «» — корпус осциллографа;

клемма корпусная «» — для заземления корпуса осциллографа.

На верхней панели осциллографа расположен потенциометр «ЦЕНТРОВКА ЛУЧА».

### 9. 3. Включение и проверка работоспособности

9. 3. 1. Установите ручки органов управления на передней панели в следующие положения:

«» — в крайнее левое;

«» — в среднее;

«V/ДЕЛ.» — «0,02»;

«», «», «» — «»;

«» — в среднее;

«» — в крайнее правое;

«I, ..., I±II, →, →, II» — «→ →»;

«», «» — «»;

«ВРЕМЯ/ДЕЛ.» — «1 mS»;

«АВТ. ЖДУЩ.» — «АВТ.»;

«УРОВЕНЬ» — влево или вправо на 45—80° от среднего (нулевого) положения;

«» — в среднее, «X1»;

«» — «»;

«» — в положение «»;

«ВНУТР., ВНЕШН., X» — «ВНУТР. I».

9. 3. 2. Убедитесь в наличии вставок плавких на задней стенке осциллографа и в их соответствии току.

9. 3. 3. Установите тумблер «», «» в положение «», если осциллограф питается от сети переменного напряжения, и в положение «», если осциллограф питается от источника постоянного тока.

9. 3. 4. Тумблер «50(60) Hz, 400 Hz, 400 Hz» переключите на соответствующее напряжение сети переменного тока. При питании осциллографа от источника постоянного напряжения положения тумблера «50(60) Hz, 400 Hz, 400 Hz» не принципиально.

9. 3. 5. Включите ручку «ПИТАНИЕ» на передней панели осциллографа. При этом должна загореться сигнальная лампочка. Дайте осциллографу прогреться в течение 2—3 мин. Приступите к калибровке и проверке работоспособности осциллографа.

9. 3. 6. Ручкой «» установите яркость изображения, удобную для наблюдения.

9. 3. 7. Переведите переключатель рода работы усилителя в положение «I».

9. 3. 8. Ручкой «» вертикального перемещения совместите линию развертки с центром экрана ЭЛТ.

9. 3. 9. Ручкой «» установите одинаковую четкость изображения по всей линии луча.

9. 3. 10. Переведите переключатель «V/ДЕЛ.» канала I из положения «0,02» в положение «0,005». Если горизонтальная линия изменила положение по вертикали, то сбалансируйте усилитель (см. п. 10. 2. 2).

9. 3. 11. Установите переключатель «V/ДЕЛ.» канала I в положение «0,005». При этом линия не должна изменить свое положение.

9. 3. 12. Установите переключатель «V/ДЕЛ.» канала I в положение «6 ДЕЛ.», а ручку «» в крайнее правое положение. Если величина изображения импульсов не составляет 6 делений, то откалибруйте усилитель (см. п. 9. 2. 4).

9. 3. 13. Поверните ручку «» канала I влево до упора. Величина изображения должна уменьшиться не менее, чем в 2,5 раза. Возвратите ручку «» в положение крайнее правое.

9. 3. 14. Переведите переключатель рода работы усилителя в положение «II» и повторите операции по пп. 9. 3. 8 — 9. 3. 13.

9. 3. 15. Установите поворотом ручки «УРОВЕНЬ» устойчивое изображение на экране ЭЛТ в положениях переключателя синхронизации «», «»,

«» и «».

9. 3. 16. Переведите переключатель рода работы усилителя в положение «I».



9. 3. 17. Переключатель рода синхронизации переведите в положение «ВНУТР. И».

9. 3. 18. Проверьте наличие синхронизации по п. 9. 3. 15.

9. 3. 19. Переведите переключатель рода работы усилителя в положение «...». При этом на экране ЭЛТ должны наблюдаться изображения сигнала обоих каналов.

9. 3. 20. Переведите переключатель рода работы усилителя в положение «→». При этом на экране ЭЛТ должны наблюдаться изображения сигналов обоих каналов.

9. 3. 21. Установите с помощью ручек «▷» изображение обоих сигналов величиной в 2 деления.

9. 3. 22. Переведите переключатель рода работы усилителя в положение «I±II». При этом на экране ЭЛТ должен наблюдаться сигнал размахом 4 деления.

9. 3. 23. Переведите переключатель «Л, U» в положение «U». На экране должна наблюдаться прямая линия.

9. 3. 24. Поверните ручку «↔» от упора до упора. Изображение должно перемещаться по горизонтали.

9. 3. 25. Установите переключатели «V/ДЕЛ» усилителя в положение «0,2».

9. 3. 26. Установите переключатели «≈, ⊥, ~» в положение «≈».

9. 3. 27. Переведите переключатель рода работы усилителя в положение «I».

9. 3. 28. Соединение кабелем вход канала I с выходом калибратора «ОП 1,2 V I kHz». Величина изображения импульсов должна составлять шесть делений шкалы экрана.

9. 3. 29. Переведите переключатель рода работы усилителя в положение «II».

9. 3. 30. Соедините кабелем вход канала II с выходом калибратора «ОП 1,2 V I kHz». Величина изображения импульсов должна составлять шесть делений шкалы экрана.

9. 3. 31. Установите переключатель развертки в положение «1 mS». Поворотом ручки «↔» совместите начало периода сигнала с первой вертикальной линией экрана ЭЛТ. На всей длине экрана (10 делений) должно помещаться 10 периодов. При необходимости производите регулировку (п. 10. 2. 14).

9. 3. 32. Установите переключатель рода синхронизации в положение «OX», а множитель развертки в положение «X0,2». Соедините выход калибратора «ОП 1,2 V I kHz» с гнездом «OX». На экране должна наблюдаться горизонтальная линия длиной не менее 1 деления.

9. 3. 33. Произведите проверку выносного делителя напряжения 1 : 10, для чего переключатель «V/ДЕЛ» установите в положение «0,02». Шуп делителя соедините с гнездом «ОП 1,2 V I kHz». Величина изображения импульсов должна составлять 6 делений шкалы экрана ЭЛТ. В случае необходимости производите компенсацию делителя (подпункт 10.2. 6д).

## 10. ПОРЯДОК РАБОТЫ

### 10. 1. Подготовка к проведению измерений

10. 1. 1. Подготовка к проведению измерений производится аналогично подготовке, указанной в подразделе 9. 3.

### 10. 2. Подстройка и калибровка

10. 2. 1. При регулировке яркости возможно нарушение фокусировки изображения. В этом случае необходима подстройка при помощи ручки «○». Не устанавливайте чрезмерную яркость изображения на экране ЭЛТ во избежание прожога люминофора.

10. 2. 2. Балансировку усилителя Y проводите после 15 мин. самопрогрева осциллографа, для чего:

- а) переведите переключатель рода работы усилителя в положение «I»;
- б) установите переключатель «V/ДЕЛ» канала I в положение «0,01»;

в) ручкой «↑» 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) повторяйте операции, указанные в подпунктах б) — г), до тех пор, пока линия развертки не перестанет перемещаться по вертикали при переключении переключателя «V/ДЕЛ» из положения «0,01» в положения «0,005» и «0,02».

10. 2. 3. Для балансировки канала II переведите ручку выбора режима работы усилителя в положение «II». Балансировку производить согласно требованиям подпунктов 10. 2. 2б — 10. 2. 2г, используя при этом органы управления, относящиеся к каналу II («V/ДЕЛ», «↑», «БАЛАНС II»).

10. 2. 4. Для калибровки коэффициента отклонения установите переключатели «V/ДЕЛ» в положение «▼ 6 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 6 делениям. Если величина изображения сигнала не равна 6 делениям, то потенциометром «▼», выведенным под шлиц на передней панели, установите величину изображения по вертикали равную 6 делениям.

10. 2. 5. Калибровку коэффициента отклонения канала II производите в положении переключателя рода работы усилителя «II» аналогично пункту 10. 2. 4 с помощью ручки потенциометра «▼», относящегося ко второму каналу, выведенного под шлиц на передней панели.

10. 2. 6. Для калибровки коэффициента отклонения, при пользовании выносным делителем напряжения 1 : 10, сделайте следующее:

- а) установите переключатели «V/ДЕЛ» в положение «0,02»;
- б) установите переключатели входа усилителя Y «≈, ⊥, ~» в положение «≈»;

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

г) подайте импульс с гнезда «ОП 1,2 V I 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 6 делениям;

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

з) подайте импульс с гнезда « $\odot$ » 1,2 В 1 кГц 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 6 делениям.

10. 2. 7. Способ подачи исследуемого сигнала на вход усилителя зависит от параметров сигнала.

Подачу сигнала через внешний делитель напряжения 1:10 целесообразно производить в тех случаях, если исследуемый сильно нагружает исследуемую схему емкостной нагрузкой. Кроме того, делитель 1:10 более удобен в эксплуатации. Однако, при использовании делителя 1:10 происходит ослабление исследуемого сигнала в 10 раз.

10. 2. 8. Переключателем входа « $\approx$ ,  $\perp$ ,  $\sim$ » выбирается вид связи усилителя Y с источником исследуемого сигнала.

В положении « $\approx$ » 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 также при измерении уровня постоянного напряжения и низкочастотных сигналов.

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

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

10. 2. 9. 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 соответствующее положение «I» или «II».

Для работы осциллографом в двухканальном режиме необходимо подать сигнал на два входа и установить переключатель режима работы усилителя в нужное положение двухканального режима.

10. 2. 10. 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. Наилучший результат дает использование прерывистого режима при скоростях развертки от 0,5 мс и ниже. При более высоких скоростях развертки становятся видны моменты переключения каналов, что затрудняет наблюдение исследуемых сигналов.

В прерывистом режиме внутренняя синхронизация «ВНУТР.» осуществляется при установке переключателя синхронизации в положение «I» или «II».

Внешняя синхронизация в прерывистом режиме дает результат, аналогичный установке в положение «I» или «II» переключателя «ВНУТР.»

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 « $\leftrightarrow$ » 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 видимым, что затрудняет наблюдение исследуемых сигналов. Этот режим рекомендуется использовать при скоростях развертки 0,5 мс/дел. и выше.

В поочередном режиме внутренняя синхронизация осуществляется в любом положении переключателя рода синхронизации. В положении «I» или «II» можно наблюдать устойчивое изображение двух сигналов только при наличии временной зависимости между ними. В положении «ВНЕШН.» наблюдается устойчивое изображение двух сигналов при наличии временной зависимости между ними.

В положении «I $\pm$ 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 $\pm$ 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 «I» в среднем положении, это обеспечивает наибольший динамический диапазон в режиме I $\pm$ II.

При необходимости уменьшения минимального коэффициента отклонения тракта 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, соединить кабелем И24.850.088 Сп высокочастотные гнезда « $\odot$ » на левой боковой стенке осциллографа и вход второго канала « $\odot$ » 1 М, 20 рФ.

Переключатель режима работы усилителя установить в положение «II», а переключатели «V/ДЕЛ.» в положение «0,005». В этом случае коэффициент отклонения будет не более 0,001 В/дел.

Для получения калибровочной чувствительности 0,001 В/дел. необходимо сигнал калибратора величиной 1,2 В подать на вход канала I. Переключатель «V/ДЕЛ.» канала I установить в положение «0,005», а переключатель «V/ДЕЛ.» канала II в положение «I».

Ручкой « $\blacktriangledown$ » канала II точно установить величину изображения на 6 делений по вертикали. Коэффициент отклонения определяется делением значе-

ния переключателя «V/ДЕЛ.» канала I на 5. Например, в положении переключателя «V/ДЕЛ.» канала I «0,1» калибровочный коэффициент отклонения будет 0,02 В/дел.

Если с источником сигнала возможна связь по переменному току, то переключатели обоих каналов « $\approx$ », « $\perp$ », « $\sim$ » необходимо поставить в положение « $\sim$ », что исключит дрейф усилителей.

Желательно, чтобы регулировка « $\uparrow$ » обоих каналов находилась в среднем положении. Если исследуемый сигнал имеет постоянную составляющую, то переключатель « $\approx$ », « $\perp$ », « $\sim$ » канала I необходимо поставить в положение « $\sim$ ». Все перемещения изображения сигнала 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. 2. 11 «ВНУТР.». Внутренняя синхронизация может быть использована в большинстве случаев. В положении «ВНУТР.» переключателя выбора источника синхронизирующего сигнала, сигнал поступает от усилителя вертикального отклонения луча либо из канала I (в положении «I»), либо из канала II (в положении «II»).

«ВНЕСН. 1 : 1». Этот режим синхронизации обеспечивается нажатием кнопки вида синхронизации на передней панели, а сигнал синхронизации подается на гнездо « $\Phi X$ », расположенное на передней панели 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 внутренних 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.

«ВНЕСН. 1 : 10». Принцип работы схемы в этом режиме аналогичен работе в режиме «1 : 1», с учетом того, что входной сигнал синхронизации ослабляется в 10 раз. Деление внешнего сигнала большой амплитуды необходимо для расширения предела регулировки ручки «УРОВЕНЬ».

10. 2. 12. В осциллографе предусмотрено два режима запуска, которые позволяют выбрать определенные составляющие исследуемого сигнала для осуществления запуска схемы синхронизации.

« $\sim$ ». В этом положении постоянная составляющая запускающего 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 запускающего сигнала.

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

« $\approx$ ». В этом положении обеспечивается устойчивая синхронизация низкочастотными сигналами, которые ослабляются в положении « $\sim$ », а также сигналы с малой частотой повторения.

При помощи регулировки «УРОВЕНЬ» обеспечивается запуск схемы синхронизации на любом уровне запускающего сигнала.

10. 2. 13. При помощи регулировки «УРОВЕНЬ» выбирается точка на запускающем сигнале, в которой синхронизируется развертка.

Прежде чем установить ручку «УРОВЕНЬ», необходимо выбрать источник синхронизации, режим запуска схемы синхронизации и полярность запуска. Затем устанавливают ручку «УРОВЕНЬ» в среднее положение. Если развертка не синхронизируется в этой точке, подстраивают ручку «УРОВЕНЬ» до появления синхронизации.

10. 2. 14. Установите переключатель «V/ДЕЛ.» канала I в положение « $\nabla$  6 ДЕЛ.».

Переключатель развертки установите в положение «1 mS». Ручку, совмещенную с переключателем развертки, поверните вправо до упора.

Переключатель режима работы усилителя переведите в положение «I». Установите на экране ЭЛТ устойчивое изображение.

С помощью ручки « $\longleftrightarrow$ » совместите один из фронтов импульса на начальном участке развертки с первой вертикальной линией на экране ЭЛТ. Отсчитайте десять периодов сигнала калибратора и органом регулировки « $\nabla X1$ » (правая стенка осциллографа) добейтесь чтобы десятый период совпадал с последней вертикальной линией шкалы на экране ЭЛТ.

Установите ручку « $X1, X0,2$ » совмещенную с « $\longleftrightarrow$ », в положение « $X0,2$ ».

Переключите переключатель развертки в положение «5 mS». С помощью регулировочного элемента « $\nabla X0,2$ » (правая стенка осциллографа) добейтесь, чтобы десять периодов сигнала совпадало с десятью делениями шкалы экрана ЭЛТ.

10. 2. 15. 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 « $\Phi X$ ». Подайте на гнездо « $\Phi X$ » внешний сигнал. Этот сигнал поступает на горизонтальный усилитель, создавая развертку по горизонтали.

10. 2. 16. Яркостная модуляция может использоваться для получения нужной информации об исследуемом сигнале без изменения его формы.

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

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 крутыми фронтами. Следует иметь в виду, что для получения устойчивого изображения необходимо, чтобы временные метки были зависимы во времени от исследуемого сигнала.

Когда гнездо « $\Phi Z$ » не используется, его желательно закорачивать на «землю».

10. 2. 17. Калибратор амплитуды и длительности формирует прямоугольные импульсы, калиброванные по амплитуде и длительности с частотой 1 кГц. Выходное напряжение калибратора используется для проверки коэффициентов отклонения вертикального усилителя и калибровки развертки. Сигнал калибратора используется также для проверки и компенсации выносного делителя напряжения 1:10. Кроме того, сигнал калибратора может использоваться как источник сигнала для других приборов.

### 10. 3. Проведение измерений

10. 3. 1. Для выполнения измерения напряжения выполните следующие операции:

- подайте сигнал на гнездо « $\ominus$  1 M $\Omega$  30 pF» одного из каналов;
- установите переключатель режима работы усилителя на требуемую точку;
- поставьте переключатель «V/ДЕЛ.» в такое положение, чтобы амплитуда изображения составляла около шести делений;
- поставьте переключатель « $\approx$ ,  $\perp$ ,  $\sim$ » в положение « $\sim$ »;

**Примечание.** Для НЧ сигналов частотой ниже 60 Гц использовать переключатель « $\approx$ »;

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

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

Измерение полного размаха переменного напряжения

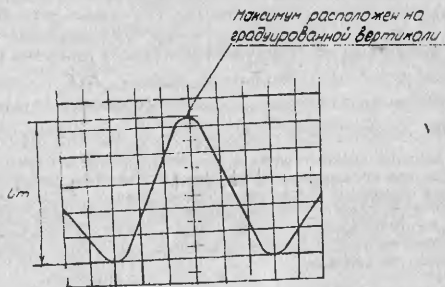


Рис. 2.

ж) измерьте деления между крайними точками размаха амплитуды вертикального отклонения. Ручка « $\triangleright$ » должна быть установлена в крайнем левом положении; **Примечание.** Этот метод может быть использован для определения напряжения между двумя любыми точками сигнала, а не только между пиками;

з) умножьте расстояние, измеренное в подпункте «ж», на показание переключателя «V/ДЕЛ.».

**Пример.** Предположим, что размах вертикального отклонения составляет 5,6 деления, используется делитель 1:10, переключатель «V/ДЕЛ.» установлен в положение «0,5».

Напряжение амплитуды составляет:  
5,6 дел.  $\times$  0,5 В/дел.  $\times$  10 = 28 В.

10. 3. 2. Для измерения уровня постоянной составляющей в заданной точке импульса выполните следующие операции:

- поставьте переключатель «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 отрицательно относительно «земли», переместите луч к верхней линии шкалы. Не следует перемещать ручку

« $\uparrow$ » после установки контрольной линии;

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

д) установите переключатель «V/ДЕЛ.» 6 делений импульса по амплитуде; **Примечание.** Для измерения уровня напряжения относительно другого напряжения, а не корпуса, сделайте следующее:

установите переключатель « $\approx$ ,  $\perp$ ,  $\sim$ » в положение « $\approx$ », подайте опорное напряжение на гнездо « $\ominus$  1 M $\Omega$  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 измерить напряжение.

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

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. 3), сигнал положительной полярности (изображение находится выше контрольной линии). Переключатель «V/ДЕЛ.» находится в положении «2». При измерении используется делитель напряжения 1:10.

Измеренное мгновенное значение напряжения будет:

$$2 В \cdot 4 \cdot 10 = 80 В.$$

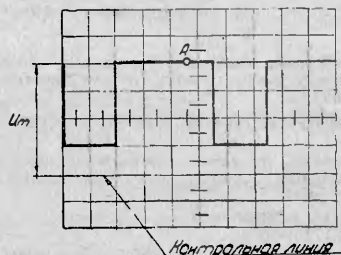


Рис. 3.

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

- подайте исследуемый сигнал на гнездо « $\oplus$  1 МΩ 30 pF»;
- установите переключатель «V/ДЕЛ.» в такое положение, чтобы изображение на экране составляло около 6 делений;
- установите переключатель «ВРЕМЯ/ДЕЛ.» в такое положение, в котором расстояние между измеряемыми точками будет меньше 10 делений;
- установите ручкой «УРОВЕНЬ» устойчивое изображение на экране ЭЛТ;
- переместите ручкой «↓» изображение, чтобы точки, между которыми измеряется время, находились на горизонтальной центральной линии;
- установите ручкой «←» изображение так, чтобы точки, между которыми измеряется время, находились в пределах десяти центральных делений сетки;
- измерьте горизонтальное расстояние между измеренными точками;
- умножьте расстояние, измеренное в подпункте ж), на коэффициент развертки.

Пример. Допустим, что расстояние между измеренными точками составляет 8 делений (рис. 4), а переключатель «ВРЕМЯ/ДЕЛ.» установлен в положение «0,2 мс».

#### Измерение длительности и частоты

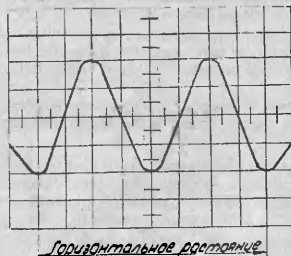


Рис. 4.

Время  $T = 0,2 \text{ мс} \cdot 8 = 1,6 \text{ мс}$ .

10. 3. 4. Для измерения частоты периодических сигналов проделайте следующее:

- измерьте длительность времени одного периода сигнала, как описано в п. 10. 3. 3 (рис. 4);
- рассчитайте частоту сигнала  $f_c$  по формуле:

$$f_c = \frac{1}{T}, \quad (10. 1),$$

где  $f_c$  — частота, Гц;

$T$  — длительность периода, с.

Пример. Частота сигнала с длительностью периода 1 мс будет равна:

$$f_c = \frac{1}{1 \text{ мс}} = 1 \text{ кГц}.$$

10. 3. 5. Измерение времени нарастания основано на том же методе, что и измерение длительности времени. Основная разница только в точках, между которыми производятся измерения. Ниже приводятся методики 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 МΩ 30 pF» одного из каналов;
- установите переключатель режима работы усилителя на требуемый канал;
- установите переключателем «V/ДЕЛ.» максимально возможное изображение сигнала по амплитуде;
- установите изображение симметрично средней горизонтальной линии;
- 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 10 делений по горизонтали;
- определите точки уровней 0,1 и 0,9 на нарастающей части импульса;
- ручкой «←» совместите точку уровня 0,1 с одной из вертикальных линий шкалы экрана ЭЛТ в левой части экрана (рис. 5);

#### Измерение времени нарастания

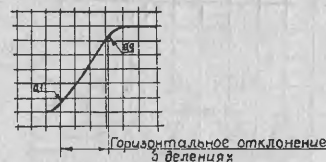


Рис. 5.

- измерьте горизонтальное расстояние между точками уровней 0,1 и 0,9;
- умножьте расстояние, полученное в п. «з», на величину, определяемую 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:  $3,5 \cdot 1 \cdot 0,2 = 0,7$  мкс.

10.3.6. Калиброванная скорость развертки и двухканальный режим осциллографа позволяют измерять временной сдвиг между двумя отдельными сигналами. Для измерения необходимо:

- поставьте переключатели « $\approx$ ,  $\perp$ ,  $\sim$ » в требуемое положение;
- установите переключатель режима работы усилителя в положение «...» или « $\leftrightarrow$ ». Режим «...» более пригоден для исследования низкочастотных сигналов;
- установите переключатель синхронизации в положение «ВНУТР. I»;
- подайте опорный сигнал на вход канала I, а исследуемый — на вход канала II. Опорный сигнал должен предшествовать исследуемому. Сигналы подайте на входы коаксиальными кабелями с одинаковым временем задержки;
- если сигналы противоположной полярности, тумблером « $\Pi$ ,  $\cup$ » инвертируйте сигнал канала II;
- установите переключателями «V/ДЕЛ.» изображения на 4—7 делений;
- ручкой «УРОВЕНЬ» установите устойчивое изображение;
- установите переключателем «ВРЕМЯ/ДЕЛ.» такую скорость развертки, чтобы между двумя импульсами было 3 или более делений;
- установите ручками « $\downarrow$ » оба импульса (или точки изображения, между которыми производится измерение) посередине экрана относительно центральной горизонтальной линии;
- при помощи ручки « $\rightarrow$ » контрольный сигнал совместить с вертикальной линией сетки;
- измерьте расстояние по горизонтали между импульсом канала I и канала II (рис. 6);

Измерение временного сдвига двух сигналов

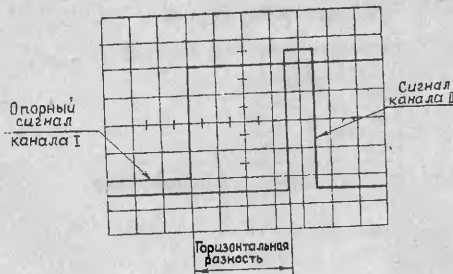


Рис. 6.

м) умножьте полученную разность на величину, определяемую положением переключателя «ВРЕМЯ/ДЕЛ.». При использовании растяжки результат умножьте на 0,2.

Пример. Допустим, переключатель «ВРЕМЯ/ДЕЛ.» установлен в положение «50  $\mu$ S», включена растяжка, разность по горизонтали между импульсами 4,5 деления.

Временной сдвиг:  $50 \cdot 4,5 \cdot 0,2 = 4,5$  мкс.

10.3.7. Сравнение фазы между двумя сигналами одной частоты возможно осуществить, используя двухканальный режим осциллографа.

Этот метод измерения разности фаз может быть использован вплоть до определенной частоты тракта вертикального отклонения. Для выполнения сравнения фаз выполните следующие пункты:

- установите переключатели « $\approx$ ,  $\perp$ ,  $\sim$ » в одинаковое положение, в зависимости от типа подаваемого сигнала;
- установите переключатель режима работы усилителя в положение «...» или « $\leftrightarrow$ ». Режим «...» обычно применяется при низкочастотных сигналах;
- установите переключатель синхронизации в положение «ВНУТР. I»;
- 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;

- если сигналы противоположной полярности, переключателем полярности « $\Pi$ ,  $\cup$ » второго канала инвертируйте сигнал;
- установите переключателями «V/ДЕЛ.» и ручками « $\triangleright$ » обоих каналов идентичные изображения 3—7 делений по амплитуде;
- установите ручкой «УРОВЕНЬ» устойчивое изображение;
- установите переключатель «ВРЕМЯ/ДЕЛ.» на скорость развертки, обеспечивающую один цикл сигналов на экране;
- переместите кривые сигналов к центру градуированной линии ручками « $\downarrow$ »;
- измерьте период опорного сигнала  $T_1$  (рис. 7) в делениях шкалы;

Измерение разности фаз

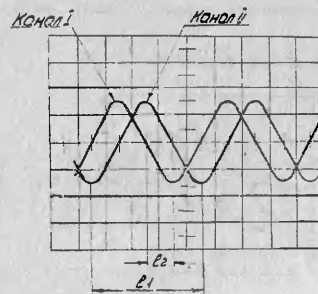


Рис. 7.

л) измерьте разность по горизонтали между соответствующими точками сигналов  $l_2$  (в делениях шкалы);

м) фазовый сдвиг вычислите по формуле:

$$\psi = \frac{l_2}{l_1} \cdot 360^\circ, \quad (10.2)$$

Пример. Предположим, что горизонтальная разность составляет  $l_2=1,1$  деления, период опорного сигнала  $l_1=4$  деления. Фазовый сдвиг равен:

$$\psi = \frac{1,1}{4} \cdot 360 = 99^\circ.$$

10.3.8. Измерение фазы с помощью фигур Лиссажу может быть использован для определения фазовой разности между двумя сигналами одной частоты. Он удобен для сигналов частотой до 100 кГц.

Для измерения фазы:

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

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

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

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

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

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

Расстояние Б — максимальное отклонение по вертикали;

ж) разделите А на Б для вычисления синуса фазового угла ( $\psi$ ) между двумя сигналами. Угол может быть вычислен по тригонометрической таблице. Если изображение представляет собой диагонально направленную линию, то два сигнала находятся или в фазе (рис. 9а) или с разницей  $180^\circ$  (рис. 9д). Изображение окружности указывает на фазовую разность  $90^\circ$ .

На рис. 9 изображены несколько возможных фигур Лиссажу, определяющие фазу от 0 до  $360^\circ$ .

#### Измерение разности фазы X—Y

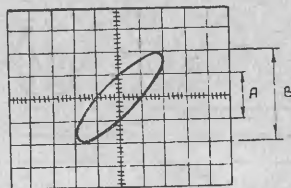
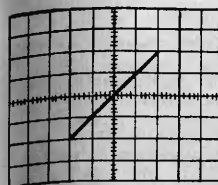
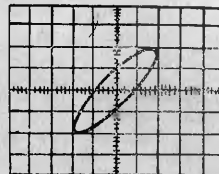


Рис. 8.

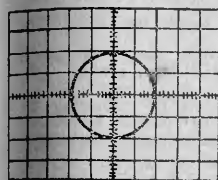
#### Фигуры Лиссажу



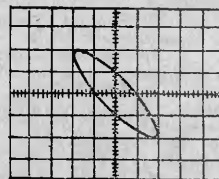
а)  $0^\circ$  или  $360^\circ$



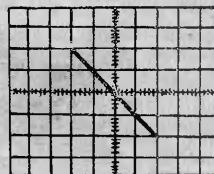
б)  $30^\circ$  или  $330^\circ$



в)  $90^\circ$  или  $270^\circ$



г)  $150^\circ$  или  $210^\circ$



д)  $180^\circ$

Рис. 9.

## 11. РЕГУЛИРОВАНИЕ И НАСТРОЙКА

### 11. 1. Регулирование источников питания

11. 1. 1. Произведите регулировку источников питания совместно со всеми узлами осциллографа в рабочем положении.

11. 1. 2. Для регулирования и проверки параметров источников питания необходимы измерительные приборы, перечень которых приведен в табл. 5 настоящего ТО.

11. 1. 3. Подключите регулируемый осциллограф к питающей сети через автотрансформатор Р140-250-2. Напряжение, питающее осциллограф, контролируйте вольтметром Э533 на пределе измерения 300 В. Ток потребления осциллографа контролируйте амперметром Э525 на пределе измерения 0,5 А. Ток потребления не должен превышать 0,25 А при напряжении питающей сети 220 В.

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

11. 1. 4. Произведите проверку и регулировку всех напряжений при напряжении питающей сети 220 В.

11. 1. 5. Проверьте комбинированным прибором Ц4313 (предел измерения 30 В) напряжение на конденсаторе С11 (И22.044.083 Э3). Оно должно быть в пределах от 22 до 26 В.

Проверьте вольтметром В7-16А (предел измерения 100 В) напряжение на конденсаторе С4 (И23.233.169 Э3). Оно должно быть в пределах от 18,5 до 19,5 В. Подрегулируйте его осуществив перемещением резистором R6 (И23.233.169 Э3).

11. 1. 6. Подключите осциллограф С1-77 между гнездами Гн3 и Гн4 (И23.233.169 Э3), Гн5 и Гн6 (И23.233.169 Э3). Проверьте рабочую частоту и форму импульсов задающего генератора и усилителя мощности. Рабочая частота должна быть  $(9 \pm 1)$  кГц, форма импульсов близка к прямоугольной, длительности положительного и отрицательного полупериодов импульсов должны равняться друг другу. Подрегулировка частоты и длительности полупериодов импульсов осуществляется резисторами R11, R14 (И23.233.169 Э3).

11. 1. 7. Проверьте вольтметром В7-16А (предел измерения 100 В) напряжения  $+12,6$ ,  $-12,6$  В на конденсаторах С21, С22 (И23.233.168 Э3). Они должны быть в пределах от 12,3 до 12,9 В. Подрегулируйте их осуществив перемещением резисторами R15, R16 (И23.233.168 Э3).

11. 1. 8. Проверьте вольтметром В7-16А (предел измерения 10 В) напряжения  $+6,3$ ,  $-6,3$  В на конденсаторах С24, С25 (И23.233.168 Э3). Они должны быть в пределах от 6,0 до 6,6 В. Подрегулируйте их осуществив перемещением резисторами R21, R24 (И23.233.168 Э3).

11. 1. 9. Контролируйте напряжение  $+60$  В вольтметром В7-16А (предел измерения 100 В) на конденсаторе С23 (И23.233.168 Э3). Оно должно быть в пределах от 58 до 62 В. Подрегулируйте напряжения осуществив перемещением резистором R6 (И23.233.169 Э3).

11. 1. 10. Контролируйте напряжения  $+120$ ,  $+185$  В, вольтметром В7-16А (предел измерения 1000 В) на конденсаторах С20, С13 (И23.233.168 Э3). Они должны быть в пределах от 118 до 122 В и от 180 до 190 В. Регулировку напряжений осуществите резистором R6 (И23.233.169 Э3).

11. 1. 11. Контролируйте напряжение минус 1500 В киловольтметром С50/8 на выводе 4, а напряжение  $+4000$  В киловольтметром С196 на выводе 1 выпрямителя атд.3.215.002. Напряжения должны быть в пределах от 1450 до 1550 В и от 3800 до 4200 В.

Регулировку напряжений проводят резистором R6 (И23.233.169 Э3).

11. 1. 12. Произведите проверку пульсаций выходных напряжений источников:

а) пульсации источников  $+12,6$  В,  $-12,6$  В,  $+6,3$  В,  $-6,3$  В,  $+60$  В,  $+120$  В,  $+185$  В контролируйте на конденсаторах С22, С21, С24, С25, С23, С20, С13 (И23.233.168 Э3) соответственно. Величины пульсаций не должны превышать значений, указанных в табл. 2;

б) проверку пульсаций источников минус 1500 и  $+4000$  В производите осциллографом С1-77 через конденсатор К15-5-170-6,3 кВ-4700 нФ.

11. 1. 13. Вольтметром В7-16А (предел измерения 100 В) произведите измерение напряжения источника  $+60$  В при напряжении питающей сети 198 В. Измените напряжение питающей сети от 198 до 242 В. При этом напряжение на конденсаторе С23 (И23.233.168 Э3) может измениться не более, чем на 0,16 В.

Вольтметром В7-16А (предел измерения 10 В) произведите измерение напряжения источников  $+6,3$  и  $-6,3$  В. Измените напряжение на конденсаторе С4 (И23.233.169 Э3) резистором R6 (И23.233.169 Э3) от 18 до 19 В. При этом напряжение источников  $+6,3$  и  $-6,3$  В может измениться не более, чем на 0,01 В. После измерений установите на конденсаторе С4 (И23.233.169 Э3) первоначальное напряжение.

### 11. 2. Регулирование схемы управления ЭЛТ

11. 2. 1. Включите осциллограф в сеть и после прогрева проверьте действия ручек «», «» (приложение 5, рис. 1). Проверьте совмещение линий развертки с горизонтальными линиями шкалы. Совместите при необходимости, линию развертки с горизонтальными линиями шкалы при помощи потенциометра R52 (И22.051.008 Э3). Подайте на один из входов

« 1 MΩ 30 pF» усилителя вертикального отклонения луча сигнала с частотой 100 Гц от калибратора осциллографов И1-9 и установите высоту осциллограммы равную восьми делениям. Отрегулируйте потенциометром R18 геометрические искажения так, чтобы верх, низ и боковые стороны прямоугольного раstra были прямолинейными. Переведите переключатель «V/ДЕЛ.» в положение « 6 ДЕЛ.» и установите изображение импульсов в центр экрана. Добейтесь наилучшей четкости изображения ручкой «», потенциометрами «» и R13 (И22.044.083 Э3).

### 11. 3. Регулирование калибратора (И22.051.008 Э3)

11. 3. 1. Подключите к гнезду « П. 1, 2 V 1 kHz» (правая боковая панель осциллографа) частотомер ЧЗ-5А. Регулировкой резистора R49 (И22.051.008 Э3) установите частоту 1 кГц.

11. 3. 2. Установите переключатель «V/ДЕЛ.» в положение «0,02» Переключатель «»,  $\downarrow$ ,  $\sim$  — в положение «». Подайте на вход усилителя « 1 MΩ 30 pF» с калибратора осциллографов И1-9 калиброванный синусоидальный сигнал амплитудой 0,06 В. По экрану ЭЛТ при помощи потенциометра «» установите изображение сигнала равное 6 делениям. Установите переключатель «V/ДЕЛ.» в положение « 6 ДЕЛ.» и при помощи резистора R42 (И22.051.008 Э3) установите на экране ЭЛТ изображение равное 6 делениям.

#### 11. 4. Регулировка тракта вертикального отклонения (И22.035.358 Э3)

11. 4. 1. Регулировку тракта вертикального отклонения луча нужно начинать с выставления режимов по постоянному току. Для этого:

а) установите переключатель режима работы усилителя в положение «I», установите ручку «↑» в среднее положение;

б) установите резистором R20 (И22.035.358 Э3) напряжение минус 0,2 В относительно корпуса на гнезде Гн3;

в) подсоедините поочередно шуп осциллографа C1-77 к выводам 2,8 мкросхемы У13 (И22.035.358 Э3). Потенциометром R152 на этих выводах установите равные по величине уровни напряжения;

г) установите резистором R82 (И22.035.358 Э3) потенциал 7,5 В относительно корпуса на выводах 2,8 мкросхемы У13. Переключатель режима работы поставьте в положение «II», установите ручку «↑» в среднее положение и произведите аналогично выставление уровней для канала «II» (R77, R152).

11. 4. 2. Для балансировки усилителей каналов I и II продвигайте следующее:

а) произведите балансировку усилителя, как описано в пункте 10. 2. и пункте 10. 2. 3;

б) установите ручку «▷», 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 резистора R8 (R12). Эти операции повторяйте до тех пор, пока при изменении положения ручки «▷» линия развертки перестанет перемещаться.

11. 4. 3. Для регулировки коэффициента отклонения усилителя установите ручку «▷» (на одной оси с переключателем «V/ДЕЛ.»), в крайнее правое положение, переключатель «V/ДЕЛ.» в положение «▽ 6 ДЕЛ.», переключатель режима работы в положение «I».

Установите ручку «↑» в среднее положение.

Изображение должно составлять 6 делений по амплитуде. В случае несоответствия, потенциометром R103 (И22.035.358 Э3) выведенным на переднюю панель «▽», отрегулировать точную величину (6 делений) отклонения по вертикали.

Установите переключатель режима работы в положение «II» и аналогично произведите регулировку амплитуды импульса по вертикали потенциометром R99 (И22.044.083 Э3).

11. 4. 4. Для компенсации аттенюатора (И22.727.087 Э3) установите переключатель «V/ДЕЛ.» в положение «0,05», переключатель входа «↔», в ручку потенциометра «▷» в крайнее правое положение. Подайте на вход «⊕ 1 МΩ 30 pF» канала I испытательный импульс положительной полярности от генератора И1-11. Установите устойчивое изображение на экране ЭЛТ с высотой осциллограммы 6 делений. Регулировкой величины резистора R159 (И22.035.358 Э3) добейтесь времени нарастания переднего фронта импульса не более 35 нс, учитывая при этом допустимую величину выброса переходной характеристики и неравномерности.

Подключите гнездо «⊕ 1 МΩ 30 pF» осциллографа к выходу генератора Г5-56. Установите на выходе последнего «меандр» частотой 1 кГц.

Произведите регулировку в каждом положении аттенюатора. Установите ручку регулировки выходного напряжения генератора импульсов Г5-56 так, чтобы получить максимальное по амплитуде изображение на экране испытательного осциллографа (в пределах рабочей части экрана).

Установите регулировкой плоскую вершину (рис. 10) в положении аттенюатора:

|        |                   |
|--------|-------------------|
| «0,05» | конденсатором C15 |
| «0,1»  | конденсатором C18 |
| «0,2»  | конденсатором C6  |
| «2»    | конденсатором C7. |

Изображение импульса на экране ЭЛТ при компенсации входного аттенюатора

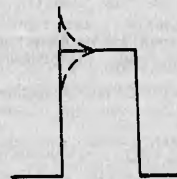


Рис. 10.

11. 4. 5. Подстройте входную емкость осциллографа во всех положениях аттенюатора. Для этого подайте на гнездо «⊕ 1 МΩ 30 pF» через подстроечную цепочку (приложение 4) импульсы от генератора Г5-56 и установите их прямоугольную форму в положениях аттенюатора:

|        |                   |
|--------|-------------------|
| «0,05» | конденсатором C13 |
| «0,1»  | " C16             |
| «0,2»  | " C1              |
| «2»    | " C2              |

После выравнивания входной емкости в положениях входного аттенюатора «0,05», «0,1», «0,2», «2» произведите компенсацию в положениях «0,5», «1» при помощи конденсатора C11. Если в каком-то положении входного аттенюатора не удастся скомпенсировать делитель, необходимо проверить монтаж на соответствие схеме, заменить неисправные элементы.

11. 4. 6. Для регулирования переходной характеристики установите переключатель режима работы в положение I, переключатель «V/ДЕЛ.» в положение «0,02», переключатель «ВРЕМЯ/ДЕЛ.» в положение «0,1 μs», ручку

«X1, X0,2», совмещенную с «→», в положение «X0,2», переключатель «V/ДЕЛ.» в положение «0,05», переключатель входа «↔», в ручку потенциометра «▷» в крайнее правое положение. Подайте на вход «⊕ 1 МΩ 30 pF» канала I испытательный импульс положительной полярности от генератора И1-11. Установите устойчивое изображение на экране ЭЛТ с высотой осциллограммы 6 делений. Регулировкой величины резистора R159 (И22.035.358 Э3) добейтесь времени нарастания переднего фронта импульса не более 35 нс, учитывая при этом допустимую величину выброса переходной характеристики и неравномерности.

Проверьте время нарастания во всех положениях переключателя «V/ДЕЛ.» Измерение времени нарастания производите согласно рис. 11.

### Измерение времени нарастания

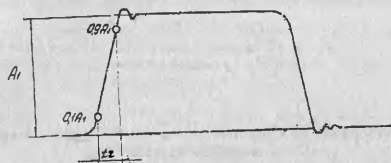


Рис. 11.

### 11. 5. Регулирование траекта горизонтального отклонения.

11. 5. 1. Выход из строя элементов схемы синхронизации требует их замены. Регулировка схемы синхронизации производится в следующей последовательности:

- а) установите ручку «УРОВЕНЬ» в среднее положение;
- б) коммутатор вида синхронизации установите в положение «ВНУТР. II» или «ВНУТР. I»;
- в) коммутатор входа « $\square$ ,  $\sim$ » установите в положение « $\square$ »;

г) резистором R12 установите на гнезде Гн1 (И23.263.031 Э3) нулевой потенциал (измеряется осциллографом С1-77);

д) резисторами R21 и R26 (И23.263.031 Э3) установите потенциал на гнездах Гн3 и Гн4.

11. 5. 2. Регулировка схемы развертки производится при выходе из строя любого из элементов Д8, Т5, Т8, У7—У10, У12 платы И23.263.031 Э3. Режимом R113 установите начальный уровень пилообразного напряжения на гнезде Гн13 (И23.263.031 Э3) равный 1 В (измеряется осциллографом С1-77) (рис. 12).

Форма напряжения на выходе генератора

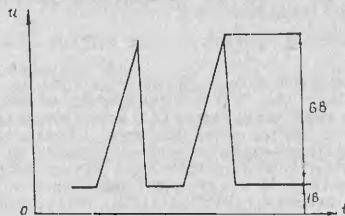


Рис. 12.

Для регулировки величины амплитуды пилообразного напряжения установите переключатель развертки «ВРЕМЯ/ДЕЛ.» в положение «1 мс» и потенциометром R112 (И23.263.031 Э3) установите амплитуду пилообразного напряжения на гнезде Гн13 равную 6 В (измеряются осциллографом С1-77).

11. 5. 3. Регулировка схемы усилителя X (И22.051.008 Э3) осуществляется при выходе из строя любого из транзисторов Т1—Т7 или диодов Д1—Д7. Регулировка усилителя X сводится к следующему:

- а) переключатель «V/ДЕЛ.» установите в положение « $\nabla$  6 ДЕЛ.»;
- б) переключатель «ВРЕМЯ/ДЕЛ.» в положение «1 мс»;

в) ручку плавной регулировки длительности развертки — в крайнее правое положение;

г) переключатель синхронизации — в положение «ВНУТР. I» или «ВНУТР. II» соответственно выбранному каналу;

д) совместите ручкой « $\leftrightarrow$ » начало импульса с первой вертикальной линией шкалы ЭЛТ.

По всей горизонтальной шкале должно помещаться десять периодов. При необходимости подрегулируйте потенциометром « $\nabla$  X1», расположенным на правой боковой панели осциллографа;

е) переключите переключатель растяжки «X1, X0,2», совмещенный с ручкой « $\leftrightarrow$ », в положение «X0,2». Для этого необходимо нажать на ручку и отпустить ее;

ж) переведите переключатель «ВРЕМЯ ДЕЛ.» в положение «5 мс»;

з) регулировкой потенциометра « $\nabla$  X0,2» (правая боковая стенка осциллографа), добейтесь такого изображения, чтобы на всей шкале ЭЛТ укладывалось 10 периодов колебаний.

### 11. 6. Регулировка схемы усилителя Z

11. 6. 1. Выход из строя элементов схемы требует их замены.

Производится проверка и регулировка выходного импульса (выходная точка 2 платы И22.002.082 Э3). В автоколебательном режиме импульс должен иметь форму и амплитуду, показанную на рис. 13.

### Форма выходных импульсов усилителя Z

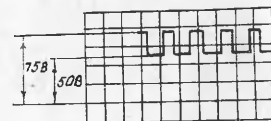


Рис. 13.

## 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 вставок плавких, расположенных на задней стенке осциллографа.

Чтобы получить доступ к элементам схемы самого осциллографа для их осмотра и замены в случае неисправности, снимите кожух, который прикреплен винтами, расположенными на задней стенке. Для снятия его отвинтите винты и освободите осциллограф от кожуха.

Замену элементов на платах производите без снятия плат.

В случае неисправности ЭЛТ замените ее. Для этого:

- а) снимите панель ЭЛТ;
- б) отсоедините от трубки высоковольтный провод;
- в) отсоедините провода от X и Y отклоняющих пластин;
- г) отвинтите четыре винта и снимите обрамление в передней части экрана;



д) опустите винт, стягивающий хомутки в хвостовой части ЭЛТ;  
е) осторожно выньте ЭЛТ из экрана осциллографа;  
ж) исправную ЭЛТ установите в экран и повторите вышеописанные операции в обратном порядке. Подробное описание сборки и разработки осциллографа дано в описании его конструкции (подраздел 5. 3).

12. 1. 2. Поиск неисправности ведите в следующем порядке:

а) проверьте подключенную аппаратуру, правильность подачи сигнала и исправность кабелей и делителя 1 : 10;

б) проверьте положение ручек управления, так как их неправильное положение может создать видимость несуществующей неисправности;

в) проверьте правильность регулировки осциллографа или поврежденного узла, если найдена неисправность в одном из узлов.

Обнаруженная неисправность может быть результатом неправильной регулировки и устраняется при подстройке.

Неисправная работа всех схем часто указывает на неисправность в низковольтном блоке питания. Поэтому прежде всего проверьте правильность регулировки отдельных источников. Допуски для источников питания осциллографа оговорены в разделе 11. Отклонение значений напряжений сверх допусков указывает на неисправную работу или плохую регулировку источников питания.

Помните, что поврежденный элемент может повлиять на работу других схем и ввести в заблуждение относительно неисправности в блоке питания.

12. 1. 3. После обнаружения неисправности в схеме внимательно осмотрите ее. Убедитесь в отсутствии незапаинных соединений, оборванных проводов, отдельных повреждений дорожек платы или поврежденных элементов. Обнаруженные повреждения устраните.

Проверьте величины напряжений и их формы. Форма импульса поможет определить неисправный элемент. Величины напряжений и формы импульсов даны в приложениях 1 и 2.

Проверку отдельных элементов производите, по возможности отняв их от схемы. Это исключит влияние остальных элементов на проверяемый. Предполагаемый неисправный элемент нужно заменить новым, заведомо исправным. После замены любого из элементов проверьте основные параметры осциллографа и при необходимости произведите регулировку с помощью органов подстройки.

## 12. 2. Краткий перечень возможных неисправностей

12. 2. 1. Возможные неисправности и методы их исправления приведены в табл. 3.

Таблица 3

| Вид неисправности            | Вероятная причина неисправности                                                                                                                                                                                               | Методы устранения неисправности                                                                                                                                                     |
|------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. Осциллограф не включается | <p>Перегорели вставки плавкие Пр1, Пр2 (И22.044.083 Э3)</p> <p>Неисправны тумблеры В4—В6 (И22.044.083 Э3).</p> <p>Обрыв в кабеле питания</p> <p>Обрыв в первичной или вторичной цепях трансформатора Tr1 (И22.044.083 Э3)</p> | <p>Проверьте вставки плавкие, замените неисправные</p> <p>Проверьте исправность тумблеров</p> <p>Проверьте кабель питания</p> <p>Устраните обрыв</p> <p>Проверьте трансформатор</p> |

| Вид неисправности                                                                                                                       | Вероятная причина неисправности                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Методы устранения неисправности                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2. При включении тумблера «ПИТАНИЕ» перегорают вставки плавкие Пр1, Пр2 (И22.044.083 Э3) или греется трансформатор Tr1 (И22.044.083 Э3) | <p>Короткое замыкание на перегрузку в первичной или вторичной цепях трансформатора Tr1 (И22.044.083 Э3)</p> <p>Пробиты выпрямительные диоды Д1—Д4 (И22.044.083 Э3), конденсаторы С11, С12 (И22.044.083 Э3)</p> <p>Положение тумблеров В4, В5 (И22.044.083 Э3) неверное. На вывод 1 разъема ШБ (И22.044.083 Э3) подано отрицательное напряжение</p>                                       | <p>Проверьте трансформатор и его вторичные и первичные цепи. Проверьте вставку плавкую Пр3, неисправную замените.</p> <p>Проверьте диоды и конденсаторы. Неисправные замените.</p> <p>Установите тумблеры В4, В5 (И22.044.083 Э3) в положение, соответствующее питающей сети. Измените полярность подводящего напряжения</p> |
| 3. Не стабилизирует первичный стабилизатор                                                                                              | <p>Неисправные транзисторы Т1 (И22.044.083 Э3), Т1, Т2 (И23.233.169 Э3) или стабилизатор Д3 (И23.233.169 Э3)</p> <p>Отсутствие генерации задающего генератора или предварительного усилителя мощности</p>                                                                                                                                                                                | <p>Проверьте транзисторы и стабилизатор. Неисправные замените</p> <p>Проверьте исправность транзисторов Т3—Т6 (И23.233.169 Э3). Неисправные замените</p> <p>Проверьте наличие напряжения на стабилизаторе Д5 (И23.233.169 Э3)</p>                                                                                            |
| 4. Отсутствуют или сильно занижены выходные напряжения источников питания                                                               | <p>Отсутствует напряжение на выходе первичного стабилизатора. Короткое замыкание или значительная перегрузка на выходе источников питания</p> <p>Вышли из строя транзисторы первичного стабилизатора, стабилизаторов +6,3, минус 6,3 В, источников +80, +125 В, задающего генератора, усилителей мощности</p> <p>Обрыв диодов Д2—Д9, У1, У2 (И23.233.169 Э3), Д1—Д4 (И22.044.083 Э3)</p> | <p>Выясните и устраните причину отсутствия напряжения</p> <p>Устраните причину короткого замыкания или перегрузки</p> <p>Проверьте транзисторы, неисправные замените</p> <p>Проверьте диоды, неисправные замените</p>                                                                                                        |

| Вид неисправности                                  | Вероятная причина неисправности                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Методы устранения неисправности                                                                                                                                                                                                                     |
|----------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 5. Выходные напряжения источников питания завышены | Завышено напряжение на выходе первичного стабилизатора<br>Обрыв в нагрузках источников питания не стабилизируют стабилизаторы +6,3 минус 6,3 В                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Проверьте транзисторы Т1 (И22.044.083 Э3), Т1, Т2 (И23.233.169 Э3)<br>Устраните обрыв<br>Неисправны транзисторы Т1—Т8, 14 (И23.233.168 Э3)                                                                                                          |
| 6. Пульсации источников питания завышены           | Не стабилизирует первичный стабилизатор<br>Обрыв или значительное уменьшение емкости конденсаторов С11, С12 (И22.044.083 Э3), любого из конденсаторов стабилизаторов И23.233.169, И23.233.168, выпрямителя атд3.215.002<br>Обрыв диодов Д2—Д9, (И23.233.168 Э3) диодных сборок У1 (И23.233.169 Э3), У1, У2 (И23.233.168 Э3), Д1—Д4 (И22.044.083 Э3)<br>Пробиты стабилитроны Д1, Д11—Д14 (И23.233.168 Э3), транзисторы Т1—Т14 (И23.233.168 Э3)<br>Перегрузка на выходе источников питания | Выясните и устраните причину нестабильности. Проверьте величины емкостей конденсаторов, неисправные замените<br>Проверьте диоды, неисправные замените<br>Проверьте стабилитроны и транзисторы, неисправные замените<br>Устраните причину перегрузок |
| 7. Отсутствует луч на экране ЭЛТ                   | Плохой контакт панели ЭЛТ<br>Неисправна ЭЛТ<br>Нет одного из питающих напряжений ЭЛТ<br>Неисправная схема подсвета луча                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Исправьте контакт или замените панель ЭЛТ<br>Замените ЭЛТ<br>Проверьте цепи питания и устраните неисправность<br>Проверьте схему подсвета и устраните неисправность                                                                                 |
| 8. Луч не перемещается по вертикали                | Разбалансирован усилитель<br>Неисправен резистор «1»<br>Неисправен выходной усилитель                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Произведите балансировку усилителя<br>Замените резистор<br>Проверьте неисправность транзисторов                                                                                                                                                     |

| Вид неисправности                                                     | Вероятная причина неисправности                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Методы устранения неисправности                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|-----------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 9. Нет усиления по вертикали                                          | Обрыв входной цепи тракта вертикального отклонения<br>Разбалансирован усилитель У<br>Обрыв линии задержки<br>Неисправен резистор R13 «▷» (И22.727.087)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Проверьте неисправность переключателя аттенуатора<br>Произведите балансировку усилителя<br>Проверьте линию и при необходимости замените ее<br>Замените резистор R13                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 10. На выходе калибратора отсутствует импульсный сигнал               | Неисправна микросхема У1 (И22.051.008 Э3)<br>Обрыв выводов на плате калибратора точки 7 платы У1 И22.051.008 Э3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Замените микросхему У1<br>Проверьте качество паяк проводов жгута                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 11. Отсутствие синхронизации изображения а) при внешней синхронизации | Неисправна цепь прохождения сигнала: гнездо «У»<br>платы У4, У3 (И22.044.083 Э3)<br>Неисправны элементы схемы синхронизации: транзисторы Т3, Т4; микросхемы У2, У3, У4 диод Д3 (И23.263.031 Э3)<br>Оборваны проводники, соединяющие точки 40, 42, 44 и 43, 45 У6 И23.263.031 Э3 с переключателем В1 и В2 коммутатора входа и режима выбора уровня У3<br>Неисправен резистор R5 «УРОВЕНЬ» (И23.263.031 Э3)<br>Неисправны цепи прохождения сигнала синхронизации У5-1/22-У4/5, У5-1/7-У4/1 и У5-1/10-У4/3 (И22.044.083 Э3) | Проконтролируйте прохождение сигнала по этой цепи до точки 40 платы У6 И23.263.031 Э3<br>Проверьте наличие сигнала на гнездах ГИ1 и ГИ2, наличие остроконечного импульса на трансформаторе Тр1 (точки 2 и 4)<br>Проверьте исправность соединений<br>Проверьте исправность резистора<br>Проверьте наличие сигнала в точке 7 (И23.263.031 Э3). При отсутствии сигнала проверьте переключатель В1 коммутатора входа и режима выбора уровня У3 и исправность соединений |

| Вид неисправности                                                | Вероятная причина неисправности                                                                                                                                                                 | Методы устранения неисправности                                                                                                                  |
|------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 12. Отсутствие развертки при работе осциллографа в режиме «АВТ.» | Обрыв цепи времязадающих элементов R106—R111, C36—C41 (И23.263.031 Э3), C1—C10 (И22.044.083 Э3)<br>Неисправен усилитель X                                                                       | Проверьте на отсутствие обрыва времязадающих элементов<br>Проверьте наличие пилообразного напряжения на горизонтально-отклоняющих пластинках ЭЛТ |
| 13. Развертка начинается и кончается в разных точках экрана ЭЛТ  | Обрыв в цепи блокировочных конденсаторов C36, C37 (И23.263.031 Э3), C6—C10 (И22.044.083 Э3)                                                                                                     | Проверьте отсутствие обрыва в цепи блокировочных конденсаторов, а также правильность подключения их в установленном диапазоне                    |
| 14. Отсутствует перемещение луча по горизонтали                  | Неисправен усилитель X транзисторы T1—T7 диод D1, D3 платы У7 (И22.051.008 Э3)<br>Обрыв в цепи резисторов «  » | Проверьте исправность элементов. Неисправные замените<br>Проверьте прохождение сигнала на точки 1 и 2 платы У7 (И22.051.008 Э3)                  |
| 15. Не подсвечивается луч развертки на экране ЭЛТ                | Неисправна схема подсвета луча<br>Неисправна схема усилителя подсвета (плата У10 И22.002.082 Э3)                                                                                                | Проверьте исправность элементов и схемы в целом<br>Замерьте наличие сигнала на эмиттере транзистора T1                                           |

### 13. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

#### 13.1. Профилактические работы

13.1.1. При вскрытии осциллографа и проведении профилактических работ соблюдайте меры безопасности, указанные в разделе 8. Профилактические работы проводят с целью обеспечения нормальной работы осциллографа в течение его эксплуатации. Рекомендуемая периодичность и виды профилактических работ: визуальный осмотр — каждые 12 месяцев; внутренняя и внешняя чистка — каждые 12 месяцев;

13.1.2. 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, состояние контрольных 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 удаляют 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.

#### 14. ПОВЕРКА ОСЦИЛЛОГРАФА

Настоящий раздел устанавливает методы и средства поверки осциллографа универсального С1-93, находящегося в эксплуатации, на хранение и выпускаемого из производства и ремонта. Периодичность поверки один раз в год.

##### 14.1. Операции и средства поверки

14.1.1. При проведении поверки должны производиться операции и применяться средства поверки, указанные в табл. 4.

Таблица 4

| Номер пункта раздела поверки | Наименование операций, производимых при поверке                                | Проверяемые отметки                                         | Допускаемые значения погрешностей или предельные значения определяемых параметров | Средства поверки |                 |
|------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------|-----------------|
|                              |                                                                                |                                                             |                                                                                   | образцовые       | вспомогательные |
| 14.3.1                       | Внешний осмотр                                                                 |                                                             |                                                                                   |                  |                 |
| 14.3.2                       | Опробование                                                                    |                                                             |                                                                                   |                  |                 |
| 14.3.3                       | Определение метрологических параметров:                                        |                                                             |                                                                                   |                  | Г5-56           |
| 14.3.3.1                     | Определение ширины линии луча в центральной зоне:                              |                                                             |                                                                                   |                  |                 |
|                              | — горизонтальной линии                                                         |                                                             | 0,7 мм                                                                            |                  |                 |
|                              | — вертикальной линии                                                           |                                                             | 0,5 мм                                                                            |                  |                 |
|                              | на краях рабочей части экрана:                                                 |                                                             |                                                                                   |                  |                 |
|                              | — горизонтальной линии                                                         |                                                             | 0,9 мм                                                                            |                  |                 |
|                              | — вертикальной линии                                                           |                                                             | 0,7 мм                                                                            |                  |                 |
| 14.3.3.2                     | Определение относительной основной погрешности «V/ДЕЛ» при размахе изображения | Все положения переключателя «V/ДЕЛ» при размахе изображения |                                                                                   |                  | С1-77<br>Г4-117 |
|                              | коэффициентов отклонения по вертикали каждого положения                        |                                                             |                                                                                   |                  |                 |

| Номер пункта раздела поверки | Наименование операций, производимых при поверке                                                                                                                                                                                   | Поверяемые отметки                                                                                                                                                             | Допускаемые значения погрешностей или предельные значения определяемых параметров | Средства поверки |                 |
|------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------|-----------------|
|                              |                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                |                                                                                   | образцовые       | вспомогательные |
| 14.3.3.3                     | канала при непосредственном входе и с выносным делителем 1:10. Определение относительной основной погрешности коэффициентов развертки кроме $2 \cdot 10^6$ ; $5 \cdot 10^6$ и $1 \cdot 10^6$ мкс/дел — без растяжки — с растяжкой | «V/ДЕЛ.» — «10» при размахе изобржения сигнала 4 и 8 делений. Все положения переключателя «Время/дел.» на участках 4, 6, 8 и 10 делений в любой точке рабочей части развертки. | $\pm 4 \%$                                                                        | ИИ-9             |                 |
| 14.3.3.4                     | Определение времени нарастания переходной характеристики каждого канала вертикального отклонения при непосредственном входе и с выносным делителем 1:10.                                                                          | Все положения переключателя «V/ДЕЛ.» при непосредственном входе и положении «V/ДЕЛ.» — «0,005» с выносным делителем 1:10.                                                      | $\pm 4 \%$<br>$\pm 6 \%$                                                          | ИИ-9             |                 |
| 14.3.3.5                     | Определение выброса переходной характеристики каждого канала вертикального отклонения при непосредственном входе и с выносным делителем 1:10.                                                                                     | То же                                                                                                                                                                          | 35 нс                                                                             | ИИ-11            |                 |
| 14.3.3.6                     | Определение времени установления переходной характеристики каждого канала вертикального отклонения при непосредственном входе и с выносным делителем 1:10                                                                         | "                                                                                                                                                                              | 3%                                                                                | ИИ-11            | МПБ-2           |
| 14.3.3.7                     | Определение неравномерности переходной характе-                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                | 100 нс                                                                            | ИИ-11            | МПБ-2           |

| Номер пункта раздела поверки | Наименование операций, производимых при поверке                                                                                                                                       | Поверяемые отметки                                                                           | Допускаемые значения погрешностей или предельные значения определяемых параметров | Средства поверки |                 |
|------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------|-----------------|
|                              |                                                                                                                                                                                       |                                                                                              |                                                                                   | образцовые       | вспомогательные |
|                              | ристки каждого канала вертикального отклонения при непосредственном входе и с выносным делителем 1:10 на участке установления — за пределами участка установления.                    | Все положения переключателя «V/ДЕЛ.» при непосредственном входе и с выносным делителем 1:10. | 2,5%                                                                              |                  |                 |
| 14.3.3.8                     | Определение спада вершины переходной характеристики каждого канала вертикального отклонения при закрытом входе за время 10 мс при непосредственном входе и с выносным делителем 1:10. | То же                                                                                        | 2%                                                                                |                  |                 |

**Примечания:** 1. Вместо указанных в таблице 4 образцовых и вспомогательных средств поверки разрешается применять другие аналогичные измерительные приборы, обеспечивающие измерения соответствующих параметров с требуемой точностью.  
2. Все средства поверки должны быть исправны, поверены и иметь свидетельства (отметки в формулярах или паспортах) о государственной или ведомственной поверке.

В табл. 5 приведены основные технические характеристики на основные и вспомогательные средства поверки.

14.1.2. При проведении поверки должны соблюдаться требования безопасности, изложенные в разделе «УКАЗАНИЕ МЕР БЕЗОПАСНОСТИ» настоящего технического описания и инструкции по эксплуатации.

#### 14.2. Условия поверки и подготовка к ней

14.2.1. При проведении операций поверки должны соблюдаться следующие условия:

|                                         |                             |
|-----------------------------------------|-----------------------------|
| температура окружающего воздуха, °С (К) | $20 \pm 5$ ( $293 \pm 5$ ); |
| относительная влажность воздуха, %      | 30—80;                      |
| атмосферное давление, кПа (мм рт. ст.)  | 84—106 (630—795);           |

| Наименование средства поверки | Основные технические характеристики средства поверки                                                                                                                                                                                                                          |             | Рекомендуемые средства поверки | Примечание                  |
|-------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|--------------------------------|-----------------------------|
|                               | Пределы измерения                                                                                                                                                                                                                                                             | Погрешность |                                |                             |
| Генератор импульсов           | Импульсы положительной или отрицательной полярности; длительность фронта $3,5 \div 10$ нс; длительность импульса не менее 350 нс; выброс не более 3%; неравномерность вершины не более 1%; спад вершины не более 5%; амплитуда 0,04—60 В; частота следования не менее 300 Гц. |             | ИП-11                          |                             |
| Генератор импульсов           | Импульсы положительной или отрицательной полярности; длительность фронта $3,5 \div 350$ нс; длительность импульса не менее 10 мс; выброс не более 5%; спад вершины не более 3%; частота следования 50 Гц.                                                                     |             | Г5-56                          |                             |
| Генератор импульсов           | Импульсы любой полярности; длительность импульсов $0,1 \div 10^6$ мкс; амплитуда 0,01—50 В; длительность фронта $3,5 \div 350$ нс; частота следования 0,1 Гц—100 кГц; время задержки $0,2 \div 10^6$ мкс.                                                                     |             | Г5-56                          | Применяется для опробования |

Продолжение таблицы 5

| Наименование средства поверки       | Основные технические характеристики средства поверки                                                                                                                                      |             | Рекомендуемые средства поверки | Примечание |
|-------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|--------------------------------|------------|
|                                     | Пределы измерения                                                                                                                                                                         | Погрешность |                                |            |
| Генератор сигналов высокочастотный  | Диапазон частот $0,2 \div 10$ МГц; амплитуда сигнала не менее 1 В.                                                                                                                        |             | Г4-117 или Г3-112              |            |
| Калибратор осциллографов импульсный | Частота сигнала 1 кГц; амплитуда напряжения 0,005—40 В.                                                                                                                                   | 1 %         | ИП-9                           |            |
| Микроскоп                           | Максимальный диаметр измеряемого отпечатка не менее 2 мм; цена деления шкалы не более 0,1 мм.                                                                                             |             | МПБ-2                          |            |
| Осциллограф                         | Минимальная чувствительность не более 0,005 мВ/дел; отклонка не более 2 мм; вертикального отклонения не менее 5 МГц; наличие выхода пьезообразного напряжения калиброванной длительности. | 4 %         | С1-77                          |            |



напряжение питающей сети переменного тока, В,  
при частоте 50 Гц  
400 Гц  
частота питающей сети, Гц  
напряжение питающей сети постоянного тока, В

$220 \pm 4,4$ ;  
 $220 \pm 4,4$  или  $115 \pm 2,3$ ;  
 $50 \pm 0,5$  или  $400 \pm 10$ ;  
 $24 \pm 0,48$ .

Допускается проводить проверку в рабочих условиях, если при этом не ухудшается соотношение погрешности поверяемого и образцового приборов.

Помещение, в котором производится проверка, не должно иметь вибраций и сотрясений, в нем не должно быть источников сильных электромагнитных полей.

14. 2. 2. Перед проведением поверки должны быть выполнены подготовительные работы, оговоренные в разделе «ПОДГОТОВКА ОСЦИЛЛОГРАФА К РАБОТЕ» настоящего технического описания и подготовлены вспомогательные устройства (кабели, нагрузки, разветвители) из комплекта 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 4 формуляра;

поверяемый осциллограф не должен иметь механических повреждений крышек, лицевой панели, регулировочных элементов, все надписи на панелях должны быть четкими и ясными;

должна быть обеспечена четкая фиксация переключателей во всех позициях при совпадении указателя позиций с соответствующими надписями на панели осциллографа.

Осциллографы, 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 Г5-56.

Необходимые параметры генератора для опробования приведены в таблице 5.

Допускается использование нескольких типов генераторов импульсов, перекрывающих необходимые диапазоны.

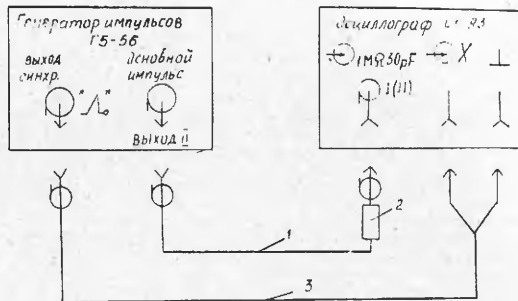
в) проверка работоспособности осциллографа проводится согласно подраздела 9. 3 «Включение и проверка работоспособности» настоящего технического описания;

г) проверка работы органов регулировки коэффициента развертки.

Проверка органов регулировки коэффициентов развертки осциллографа производится с открытого входа первого канала при внешней синхронизации и ручным выборе уровня синхронизации. Схема соединения приборов приведена на рис. 15. Переключатель «ВРЕМЯ/ДЕЛ.» установить в положение 0,1 мкс.

Положение остальных органов управления осциллографа согласно п. 9. 3. 1 раздела «Подготовка осциллографа к работе».

Структурная схема проверки органов регулировки коэффициентов отклонения и измерения ширины линии луча в вертикальном направлении



1. Кабель В4-3 из комплекта Г5-56.
2. Нагрузка № 1 из комплекта Г5-56.
3. Кабель атд4.850.001-02.

Рис. 15.

Подать от генератора при включенной внутренней нагрузке в положении переключателя выходного напряжения «0,1 В» одиночные испытательные импульсы положительной полярности частотой 100 кГц. Органами регулировки генератора установить на экране ЭЛТ амплитуду основного импульса генератора 6 делений, его длительность 5 делений, а задержку относительно начала развертки 1—2 деления.

Увеличивая фиксированные значения коэффициента развертки наблюдать уменьшение ширины импульса на экране ЭЛТ. При достижении ширины изображения импульса половинного деления, длительность импульса увеличивают так, чтобы ширина изображения на экране ЭЛТ снова была равна пяти делениям по горизонтали, при этом частоту повторения уменьшают, а время задержки увеличивают в 10 раз.

В положении «10 мкс» переключателя «ВРЕМЯ/ДЕЛ.» проверить действие ручки «ПЛАВНО» и переключателя множителя развертки.

Для этого при ширине изображения импульса 5 делений повернуть ручку «ПЛАВНО» влево до упора, при этом ширина изображения импульса на экране должна уменьшиться не менее, чем в 2,5-раза. Проверка действия растяжки развертки производится при ширине изображения импульса равного половинному делению путем установки ручки « $\leftrightarrow$ » в положение « $\times 0,2$ » при этом ширина импульса должна увеличиться до 2,5 делений;

д) проверка работы осциллографа в режиме внутреннего запуска.

Проверка проводится в два этапа.

На первом этапе проводится проверка работы генератора развертки в автоколебательном и ждущем режимах путем перевода переключателей

«АВТ. ЖДУЩ.» генератора сначала в автоколебательный режим, при котором на экране ЭЛТ должна наблюдаться линия развертки в любом положении ручки «УРОВЕНЬ», затем тем же переключателем переводится генератор развертки в ждущий режим, при этом на экране ЭЛТ линия развертки должна отсутствовать при любом положении ручки «УРОВЕНЬ» и должна появляться только при наличии сигнала на входе тракта вертикального отклонения (установить переключатель «V/ДЕЛ.» одного из каналов в положение « ▽ 6 ДЕЛ. »).

На втором этапе проверяется работа осциллографа в режиме внутреннего запуска со входов обеих каналов при автоматическом режиме работы генератора развертки и при ручном и автоматическом выборе уровня запуска. Для этого средства измерений соединить согласно рис. 15 и подать на входы соответствующих каналов испытательные импульсы с параметрами и в положении органов управления приборов аналогично исходным параметрам и положениям органов управления п. 14. 3. 2г. Перевод осциллографа в режим внутренней синхронизации осуществляется нажатием кнопки «ВНУТР.» или «ВНУТР. II» в зависимости от того, с входа какого канала идет проверка. Установить ручной выбор уровня синхронизации и с помощью ручки «УРОВЕНЬ» добиться устойчивого изображения импульса на экране ЭЛТ. Затем уменьшить амплитуду импульса генератора до значения, равного 0,8 деления по экрану осциллографа, при этом изображение импульса должно быть устойчивым и размытость из-за нестабильности синхронизации не должна превышать 0,1 деления. Аналогичную проверку произвести при автоматическом выборе уровня запуска генератора развертки с учетом того, что минимальная амплитуда импульса, при которой обеспечивается устойчивая синхронизация, равняется 2 делениям.

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

Средства измерений соединить как в п. 14. 3. 2г. Органы управления поверяемого осциллографа установить в следующие положения:

переключатель «V/ДЕЛ.» в положение «0,005»;  
переключатель развертки «ВРЕМЯ/ДЕЛ.» в положение «0,1 мс»;  
переключатели выбора рода работы и синхронизации развертки установить в положение, соответствующие поверяемому каналу;  
остальные как в п. 9. 3. 1 раздела «Подготовка осциллографа к работе» настоящего описания.

Подасть от генератора при включенной внутренней нагрузке в полужонии переключателя выходного напряжения «20 В» одиночные испытательные импульсы положительной полярности частотой 1000 Гц. Органам регулировки генератора установить на экране ЭЛТ амплитуду импульса 5 делений, а его длительность 5—6 делений.

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

Несправные осциллографы бракуются и направляются в ремонт.

14. 3. 3. Определение метрологических параметров:

13. 3. 3. 1. Определение ширины линии луча.

Ширину линии луча проверяют методом сжатого раstra. Проверка производится для двух направлений оси экрана ЭЛТ — вертикального и горизонтального.

Перед началом измерений настройте осциллограф в режим наблюдения импульсов калибратора по п. 8. 3. 6—8. 3. 12. В дальнейшем проверку по настоящему пункту производить без дополнительной регулировки фокуса, яркости и астigmatизма луча.

Для измерения ширины линии луча необходимо соединить приборы согласно рис. 16.

В вертикальном направлении растр создают следующим образом. На вход « 1 MΩ 30 pF » одного из каналов подать пилообразное напряжение от вспомогательного осциллографа С1-77 (гнездо « 1 Λ »). На испытуемом осциллографе установить коэффициент отклонения 2 В/дел, коэффициент развертки 20 мкс/дел. На вспомогательном осциллографе установить коэффициент развертки 1 мс/дел.

Засинхронизировать оба осциллографа внешним сигналом частотой 2 кГц и амплитудой 2 В (от генератора Г4-117). Полярность синхронизации установить в положение « + », режим работы генератора развертки «ЖДУЩ.». Ручками «УРОВЕНЬ» добиться устойчивого изображения на экране испытуемого осциллографа. На экране должно наблюдаться несколько горизонтальных линий.

Произвести подсчет количества линий раstra. Изменением коэффициента отклонения испытуемого осциллографа (переключатели «V/ДЕЛ.» и ручкой « ▽ ») сжать растр до начала исчезновения строчной структуры и измерить размер сжатого раstra по шкале экрана ЭЛТ.

Ширину линии в вертикальном направлении в верт. в миллиметрах рассчитывают по формуле:

$$в \text{ верт.} = \frac{h_B}{n} \quad (14. 1.)$$

где  $h_B$  — размер изображения сжатого раstra, мм;

$n$  — количество линий раstra.

Для измерения ширины линии луча в горизонтальном направлении необходимо, сохранив предыдущие соединения, установить коэффициент отклонения испытуемого осциллографа 05—1 В/дел. (так чтобы вертикальный размер раstra был не менее 8 дел), коэффициент развертки 2 мс/дел; на вспомогательном осциллографе установить коэффициент развертки 5 мкс/дел. Ручками «УРОВЕНЬ» добиться устойчивого изображения на экране ЭЛТ испытуемого осциллографа. На экране должны наблюдаться вертикальные линии. Произвести подсчет количества линий раstra на участке 40—50 мм при установившейся частоте  $f_1$  внешнего синхронизирующего сигнала 2,0—2,5 кГц (от генератора Г4-117). Изменяя частоту генератора Г4-117, сжать растр до начала исчезновения строчной структуры и отметить при этом частоту внешней синхронизации  $f_2$ .

Ширину линии луча в горизонтальном направлении в гор. в миллиметрах рассчитывают по формуле:

$$в \text{ гор.} = \frac{L \cdot f_1}{f_2 \cdot n} \quad (14. 2.)$$

где  $L$  — длина участка, на котором производится подсчет количества линий раstra, мм;

$f_1$  — частота строчной развертки (внешней синхронизации), при которой производится подсчет линий, кГц;

$f_2$  — частота срочной развертки при сжатом растре, кГц;  
 $n$  — число линий раstra, приходящихся на длину участка.

Результат проверки считается удовлетворительным, если ширина линии луча соответствует требованиям п. 2.2 настоящего ТО.

**Примечание.** 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 определяются как наибольшее отклонение луча (выброс или впадина) от горизонтальной линии. При последовательном соединении каналов величина наводок не должна превышать 0,2 деления.

14.3.3.2. Определение относительной основной погрешности коэффициентов отклонения по вертикали.

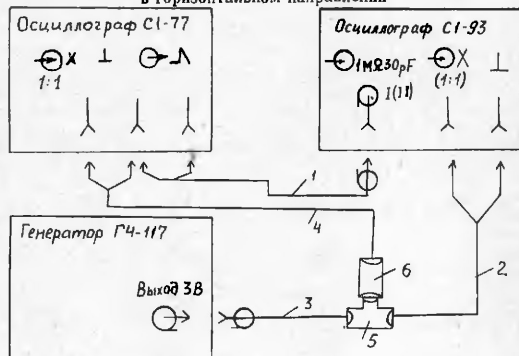
Допускаемые значения относительной основной погрешности коэффициентов отклонения каждого канала вертикального отклонения определяются методом прямых измерений с помощью калибратора осциллографов И1-9 для всех коэффициентов отклонения (все положения переключателя «V/ДЕЛ.» при величине изображения 6 делений и при величине изображения 4, 8 делений при коэффициенте отклонения 10 В/дел.

Измерения производить в зоне размером 3 деления, расположенной симметрично относительно вертикальной оси, при симметричном расположении испытательного сигнала относительно горизонтальной оси.

Перед измерениями необходимо произвести калибровку усилителя вертикального отклонения каждого канала согласно п.п. 9.2.4 и 9.2.5 раздела «ПОРЯДОК РАБОТЫ» настоящего технического описания.

Подать на вход « $\text{⊗}$  1 МΩ 30 pF» проверяемого канала сигнал частотой 1 кГц от калибратора осциллографов И1-9.

Структурная схема измерения ширины линии луча в горизонтальном направлении



1. Кабель И24.850.086 Сп.
2. Кабель атд4.850.001-02.
3. Кабель И24.850.088 Сп.
4. Кабель И24.850.086 Сп.
5. Переход СР-50-95 ФВ.
6. Переход СР-50-75 ФВ.

Рис. 16.

Для каждого положения переключателей «V/ДЕЛ.» ручной плавной регулировки выходного напряжения калибратора осциллографов И1-9 высоту изображения на экране ЭЛТ подстраивается до требуемой высоты 4, 6 и 8 делений и проводится отчет погрешности в процентах по шкале индикатора калибратора осциллографов И1-9.

Для определения относительной основной погрешности коэффициентов отклонения в выносном делителе 1:10 необходимо провести калибровку усилителя вертикального отклонения согласно п. 10.2.6 настоящего ТО.

Измерения производить в положении «0,005» переключателя «V/ДЕЛ.» при размахе изображения 4 делений.

После измерений необходимо произвести калибровку усилителя вертикального отклонения каждого канала согласно пп. 10.2.4 и 10.2.5 настоящего ТО.

Значения относительной основной погрешности коэффициентов отклонения для каждого канала вертикального отклонения при непосредственном входе и с выносным делителем 1:10 не должны превышать  $\pm 4\%$ .

14.3.3.3. Определение относительной основной погрешности коэффициентов развертки.

Допускаемые значения относительной основной погрешности коэффициентов развертки определяется методом прямых измерений с помощью калибратора осциллографов И1-9 для всех значений коэффициентов развертки.

Перед началом измерений необходимо проверить калибровку длительности разверток осциллографа согласно п. 10.14 раздела «ПОРЯДОК РАБОТЫ» настоящего ТО.

Измерения проводятся в зоне размером 2,4 деления, расположенной симметрично относительно горизонтальной оси при совмещении рабочей части развертки с рабочей частью экрана на участках 2, 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 мкс/дел с растяжкой, период остроконечных импульсов калибратора подстраивается так, чтобы на измеряемом участке 4, 6, 8 и 10 делений шкалы укладывалось соответственно 4, 6, 8 и 10 периодов остроконечных импульсов.

Для развертки 0,2 мкс/дел с растяжкой период сигнала подстраивается так, чтобы на участке 5 делений укладывалось 2 периода остроконечных импульсов, а для развертки 0,1 мкс/дел на участке 5 делений 1 период.

Погрешность коэффициентов развертки отсчитывается по стрелочному индикатору калибратора осциллографов И1-9.

Значения относительной основной погрешности коэффициентов развертки не должны превышать  $\pm 4\%$  без растяжки и  $\pm 6\%$  с растяжкой.

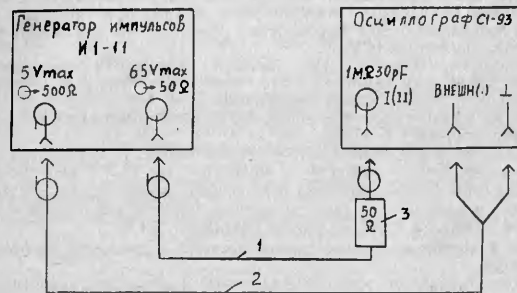
14.3.3.4. Определение времени нарастания переходной характеристики каждого канала вертикального отклонения.

Время нарастания переходной характеристики каждого канала вертикального отклонения определяется методом прямых измерений во всех положениях переключателя «V/ДЕЛ.» путем поочередной подачи на входы испытательного импульса частотой следования 3 кГц от генератора И1-11 (рис. 17).

Проверка проводится импульсами положительной или отрицательной полярности. Синхронизация внешняя. На экране ЭЛТ установить амплитуду изображения импульса равную 8 делениям и время нарастания переходной характеристики  $t_2$  (рис. 18) определяется как интервал времени, в течение которого происходит нарастание переходной характеристики от уровня 0,1 до 0,9 амплитуды изображения импульса.

Время нарастания переходной характеристики с выносным делителем 1:10 определяется аналогично изложенному выше в положении «0,005» переключателя «V/ДЕЛ.».

# Структурная схема измерения параметров переходной характеристики



1. Кабель «И1-11 к № 4» из комплекта И1-11.
2. Кабель атд4.850.001-02.
3. Нагрузка 50 Ом из комплекта И1-11.

Измерения проводятся в положении «0,1  $\mu$ S» переключателя коэффициентов развертки, при этом переключатель рода синхронизации установить в положение «ВНЕШН. 1 : 10», множитель развертки « $\times 0,2$ ».

Время нарастания переходной характеристики при непосредственном входе и с выносным делителем 1 : 10 должно не превышать 35 нс.

**Примечание.** Проверку времени нарастания переходной характеристики допускаются производить при величине изображения на экране ЭЛТ меньше 8 делений, но не менее 4, 8 деления.

14. 3. 3. 5. Определение выброса переходной характеристики каждого канала вертикального отклонения.

Средства измерений соединяют согласно рис. 17.

Измерение выброса, времени установления, времени нарастания, неравномерности переходной характеристики

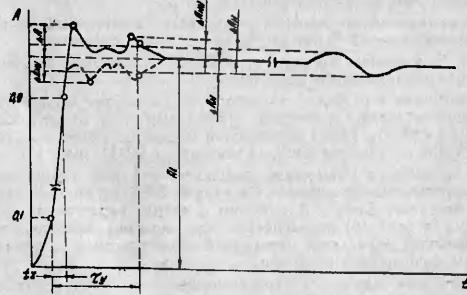


Рис. 18.

Величина выброса переходной характеристики каждого канала вертикального отклонения определяется методом прямых измерений во всех положениях переключателя «V/ДЕЛ.» путем поочередной подачи на вход каналов I и II испытательного импульса частотой следования 3 кГц от генератора И1-11.

Проверка производится импульсами положительной или отрицательной полярности.

Синхронизация внешняя. На экране ЭЛТ устанавливается величина изображения амплитуды импульса равная 6 делениям.

Измеряется выброс  $\Delta A$  (рис. 18) на изображении импульса с помощью микроскопа МПБ-2.

Величина выброса  $\delta_v$  в процентах вычисляется по формуле.

$$\delta_v = \frac{\Delta A}{A_1} \cdot 100 \quad (14.3)$$

где  $\Delta A$  — величина изображения выброса в мм;  
 $A_1$  — величина изображения импульса в мм.

Величина выброса переходной характеристики с выносным делителем 1 : 10 определяется аналогично изложенному выше в положении «0,005» переключателя «V/ДЕЛ.».

Величина выброса переходной характеристики при непосредственном входе и с выносным делителем 1 : 10 не должна превышать 3 %.

**Примечание.** Измерение величины выброса на переходной характеристике допускается проводить при величине изображения на экране меньше 6 делений, но не менее 2, 4 деления.

14. 3. 3. 6. Определение времени установления переходной характеристики каждого канала вертикального отклонения.

Средства измерений соединить согласно рис. 17.

Время установления переходной характеристики каждого канала вертикального отклонения определяется методом прямых измерений во всех положениях переключателя «V/ДЕЛ.» путем поочередной подачи на вход каналов I и II испытательного импульса от генератора И1-11.

Проверка производится импульсами положительной или отрицательной полярности.

На экране устанавливается амплитуда изображения импульса, равная 8 делениям. Синхронизация внешняя. Время установления (рис. 18) переходной характеристики измеряется как интервал времени от уровня 0,1 амплитуды до момента, когда величина неравномерности установившегося значения переходной характеристики будет равна 2 %.

Измерения проводятся в положении «0,1  $\mu$ S» переключателя «ВРЕМЯ/ДЕЛ.» с множителем.

Время установления переходной характеристики с выносным делителем 1 : 10 определяется аналогично изложенному выше в положении «0,005» переключателя «V/ДЕЛ.».

Время установления переходной характеристики при непосредственном входе и с выносным делителем 1 : 10 должно не превышать 100 нс.

14. 3. 3. 7. Определение неравномерности переходной характеристики каждого канала вертикального отклонения.

Средства измерений соединяют согласно рис. 17.

Неравномерность переходной характеристики определяется методом прямых измерений для каждого канала во всех положениях переключателя «V/ДЕЛ.» путем подачи на его вход сначала испытательного импульса положительной или отрицательной полярности от генератора И1-11 длительностью 1 мкс и частотой следования 3 кГц, затем проверка проводится испытательными импульсами длительностью 150 мкс, частотой следования 3 кГц любой полярности от генератора Г5-56 рис. 15 (в режиме одиночных импульсов при внутренней нагрузке).

Измерения проводятся при амплитуде изображения на экране 6 делений.

Неравномерности переходной характеристики  $\Delta A_n$  и  $\Delta A_{ny}$  измеряются с помощью микроскопа МПБ-2 по шкале экрана осциллографа как наибольшие отклонения от установившегося значения от линии аппроксимирующей вершину) за пределами участка установления и на участке установления.

(14. 4)

Неравномерности  $\delta n$  и  $\delta n_y$  (рис. 18) в процентах вычисляются по формулам:

$$\delta n = \frac{\Delta A_n}{A_1} \cdot 100; \quad \delta n_y = \frac{\Delta A_{ny}}{A_1} \cdot 100, \quad (14. 4),$$

где  $\Delta A_n$  и  $\Delta A_{ny}$  — наибольшие отклонения изображения от установившегося значения, в мм;

$A_1$  — размах изображения импульса (установившееся значение), в мм.

Значения неравномерности переходной характеристики с выносным делителем 1 : 10 определяются аналогично изложенному выше, в положении «0,005» переключателя «V/ДЕЛ».

Величина неравномерности переходной характеристики при непосредственном входе и с выносным делителем 1 : 10 должна не превышать 2,5 % на участке установления и 2 % за пределами участка установления.

**Примечание.** Проверку величины спада вершины переходной характеристики допускается производить при величине изображения на экране ЭЛТ меньше 6 делений, но не менее 4, 8 деления.

14. 3. 8. Определение спада вершины переходной характеристики каждого канала вертикального отклонения при закрытом входе за время 10 мс.

Средства измерений соединяют согласно рис. 17.

Спад вершины переходной характеристики каждого канала тракта вертикального отклонения определяется методом прямых измерений во всех положениях переключателя «V/ДЕЛ» путем поочередной подачи на вход каналов I и II испытательного импульса длительностью более 10 мс с частотой следования 50 Гц от генератора Г5-56 при включенной внутренней нагрузке в режиме одиночных импульсов.

Входы каждого канала должны быть закрыты. Синхронизация внешняя. Амплитуда изображения импульса устанавливается равной 6 делениям, коэффициент развертки — 2 мс/дел.

Величина спада  $\delta \text{сп}$  переходной характеристики в процентах вычисляется в соответствии с рис. 19 по формуле:

$$\delta \text{сп} = \frac{\Delta \text{Асп}}{A_1}, \quad (14. 5),$$

где  $\Delta \text{Асп}$  — величина монотонного уменьшения амплитуды изображения импульса в мм;

$A_1$  — амплитуда изображения импульса в мм.

Измерение спада вершины импульса.

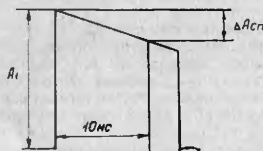


Рис. 19.

Значения спада вершины переходной характеристики с выносным делителем 1 : 10 определяется аналогично изложенному выше, в положении «0,005» переключателя «V/ДЕЛ».

Спад вершины переходной характеристики каждого канала вертикального отклонения при закрытом входе за время 10 мс, отсчитываемое от уровня 0,1 установившегося значения переходной характеристики, при непосредственном входе и с выносным делителем 1 : 10 должен не превышать 10 %.

**Примечание.** Проверку величины спада вершины переходной характеристики допускается производить при величине изображения на экране ЭЛТ меньше 6 делений но не меньше 4,8 деления.

#### 14. 4. Оформление результатов проверки

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

14. 4. 2. На осциллограф, признанный годным при проверке поверяющими органами, выдается свидетельство установленной формы.

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

14. 4. 4. При отрицательных результатах проверки осциллограф в обращение не допускается.

14. 4. 5. Результаты проверки заносятся в протокол, оформленный по форме в ПРИЛОЖЕНИИ 6.

### 15. ПРАВИЛА ХРАНЕНИЯ

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

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

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

— вилки, розетки, разъемы шнуров питания и кабелей заверните в промасленную бумагу и обвяжите нитками;

— поместите осциллограф в упаковочный ящик и опломбируйте его.

15. 2. Осциллограф должен храниться в законсервированном виде в отопляемом или неотапливаемом хранилище в условиях:

для отопляемого хранилища:

— температура воздуха от плюс 5°C до плюс 40°C;

— относительная влажность воздуха до 98 % при температуре плюс 25°C без конденсации влаги;

для неотапливаемого хранилища:

— температура воздуха от минус 50°C до плюс 50°C;

— относительная влажность воздуха до 98 % при температуре плюс 25°C без конденсации влаги.

Средний срок сохраняемости осциллографа:

в отопляемом хранилище — 10 лет;

в неотапливаемом хранилище — 8 лет.

После длительного хранения осциллограф и ЗИП подвергаются тщательному осмотру и очистке. 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 от 15 до 25 °С.

Осциллограф, подготовленный к упаковке, изделия ЗИП, обернутые в пергамент, эксплуатационная документация, помещенная в пленочный чехол, укладываются в гнезда укладочного ящика. Укладочный ящик пломбируется. На укладочный ящик наносится шифр осциллографа и заводской номер (рис. 20), обертывается бумагой и помещается в чехол из полиэтиленовой пленки, который герметически заваривается. Для транспортирования укладочный ящик помещают в транспортный ящик.

Предусмотрен также другой вариант упаковки.

Осциллограф, подготовленный к упаковке, обернутый в пергамент, укладывают в картонную коробку (рис. 22), которая не пломбируется. Коробка с осциллографом, изделия ЗИП, обернутые в пергамент, эксплуатационная документация, помещенная в пленочный чехол, укладываются в гнезда транспортного ящика. Транспортный ящик внутри выстелается водонепроницаемой бумагой.

В обоих вариантах свободные места транспортного ящика заполняют уплотняющими подушками из гофрированного картона. Транспортный ящик пломбируется, торцы обтягиваются стальной лентой, концы которой скрепляются в замок. На транспортный ящик наносятся: манипуляционные знаки, наименование грузополучателя и пункта назначения, наименование пункта перегрузки, наименование пункта отправления, размеры, масса брутто и нетто (рис. 21, 23).

## 16. 2. Условия транспортирования.

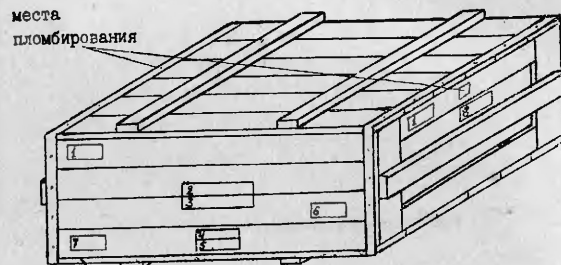
Осциллограф должен транспортироваться при температуре окружающей среды от минус 50 °С до +65 °С и относительной влажности до 98 % при температуре +35 °С.

Транспортирование осциллографа допускается всеми видами транспорта в транспортной таре, за исключением авиационного в негерметизированных отсеках, при условии защиты от прямого воздействия осадков и пыли. Не допускается кавтовка осциллографа.



Рис. 20.

## Ящик тарный (для осциллографа в укладочном ящике)



- 1 — манипуляционные знаки;
- 2 — наименование грузополучателя и пункта назначения;
- 3 — наименование пункта перегрузки (при необходимости);
- 4 — масса брутто;
- 5 — масса нетто;
- 6 — наименование пункта отправления;
- 7 — объем грузового места;
- 8 — шифр и заводской номер.

Рис. 21.

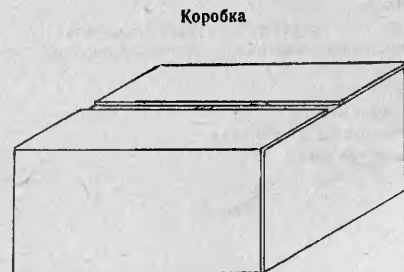
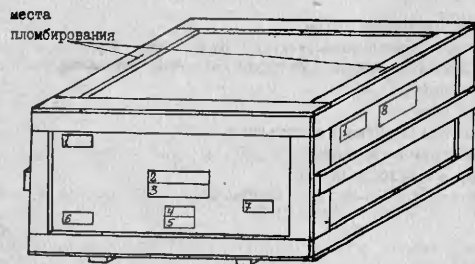


Рис. 22.

Ящик тарный (для осциллографа в коробке)



- 1 — манипуляционные знаки;
- 2 — наименование грузополучателя и пункта назначения;
- 3 — наименование пункта перегрузки (при необходимости);
- 4 — масса брутто;
- 5 — масса нетто;
- 6 — объем грузового места;
- 7 — наименование пункта отправления;
- 8 — шифр и заводской номер.

Рис. 23.

## ТАБЛИЦЫ РАБОЧИХ НАПРЯЖЕНИЙ

Напряжения на выходах микросхем

Таблица 1

| Позицион-<br>ное обо-<br>значение | Номера выводов |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    | Приме-<br>чание |
|-----------------------------------|----------------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|-----------------|
|                                   | 1              | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |                 |

Напряжение, В

## Усилитель У (И22.035.358 Э3)

|     |                         |                          |                          |                          |                      |                          |                        |                        |       |       |                        |                          |       |       |
|-----|-------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------|--------------------------|------------------------|------------------------|-------|-------|------------------------|--------------------------|-------|-------|
| У1  | +2,95                   | +2,25                    | 0                        | +3,1                     | 0                    | +0,3                     | 0                      | -6,3                   | -5,3  | +0    | +0,3                   |                          |       |       |
| У2  | +3,3                    | +2,5                     | $-\frac{(0,2)}{\pm 0,5}$ | 3,32                     | +2,63                | $+\frac{0,2}{\pm 0,6}$   | $0 \pm 0,5$            | $-\frac{0,2}{\pm 0,6}$ | -5,3  | -5,3  | $+\frac{0,2}{\pm 0,6}$ | $-\frac{(0,2)}{\pm 0,5}$ |       |       |
| У3  | 0                       | +0,87                    | +6,0                     | 0                        | +0,87                | +6,3                     | -0,45                  | 0                      | +2,4  | +2,4  | 0                      | -0,45                    |       |       |
| У4  | 0                       | $+\frac{(0,1)}{\pm 1}$   | +6,0                     | 0                        | $+\frac{0,4}{\pm 1}$ | +6,0                     | $-\frac{(0,2)}{\pm 1}$ | 0                      | +2,64 | +2,64 | 0                      | $-\frac{(0,2)}{\pm 1}$   | +3    | +3    |
| У5  | $\frac{(0,2)}{\pm 0,5}$ | $+\frac{(0,5)}{\pm 0,5}$ | $-\frac{(0,2)}{\pm 0,7}$ | $-\frac{(0,2)}{\pm 0,7}$ | —                    | -6,3                     | —                      | +6,3                   | +3    | —     | —                      | +3                       |       |       |
| У6  | +3,75                   | +3                       | -0,55                    | +3,7                     | +3                   | $0 \pm 0,6$              | $0 \pm 0,6$            | -0,55                  | -3,9  | —     | —                      | —                        | —     | —     |
| У7  | +4,1                    | —                        | —                        | +6,3                     | —                    | —                        | —                      | +3,2                   | +6    | +4    | +4,7                   | +4                       | —     | +6    |
| У8  | —                       | +3,8                     | $0 \pm 0,5$              | $-\frac{(0,7)}{\pm 1,2}$ | —                    | $-\frac{(0,7)}{\pm 1,2}$ | $0 \pm 0,5$            | +3,8                   | —     | —     | —                      | —                        | —     | —     |
| У9  | —                       | +2,8                     | $-\frac{(0,3)}{\pm 0,6}$ | $-\frac{(1)}{\pm 1,3}$   | —                    | $-\frac{(0,3)}{\pm 0,6}$ | $-\frac{(1)}{\pm 1,3}$ | +2,7                   | —     | —     | —                      | —                        | —     | —     |
| У10 | +3,2                    | +6                       | +5,3                     | +2,5                     | —                    | -2,5                     | —                      | -6,3                   | -2,5  | 0     | 0                      | -2,5                     | +6,3  | +6,3  |
| У11 | +4                      | +4                       | +3,3                     | +3,3                     | —                    | -2,7                     | —                      | -2,7                   | -5,3  | 0     | +6,3                   | 0                        | -0,25 | —     |
| У12 | +0,6                    | +0,6                     | 0                        | +0,6                     | +0,6                 | —                        | 0                      | +0,6                   | 0     | +6,3  | 0                      | —                        | —     | —     |
| У13 | —                       | +8,5                     | +4                       | +3,3                     | —                    | +3,3                     | +4                     | +8,5                   | —     | —     | —                      | —                        | —     | —     |
| У14 | +8,5                    | +8,5                     | +7,8                     | +7,8                     | —                    | +2,9                     | —                      | 0                      | +2,9  | 0     | —                      | +2,8                     | +12,6 | +12,6 |

Продолжение таблицы 1

Номера выводов

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|

Позицион-  
ное обо-  
значениеПриме-  
чание

Напряжение, В

## Генератор развертки (И23.263.031 Э3)

|     |       |      |       |       |                          |                          |                          |                          |                          |       |       |       |  |  |
|-----|-------|------|-------|-------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------|-------|-------|--|--|
| У1  | -8,5  | -6   | 0     | -0,5  | 0                        | +8,8                     | -0,72                    | 0                        | +12,6                    | +8,8  | -0,5  | -0,95 |  |  |
| У2  | +8,7  | +8   | 0     | +0,5  | 0                        | -8,8                     | +5,5                     | +4,8                     | +0,65                    | -8,8  | +0,47 | +0,96 |  |  |
| У3  | -0,6  | 0    | +4,8  | -5,9  | $+\frac{(4,3)}{\pm 6,3}$ | 0                        | 0                        | +0,65                    | +3,25                    | +5,8  | 0     | -0,66 |  |  |
| У4  | +4,4  | +4,6 | +3,9  | +4,7  | $+\frac{(4,4)}{\pm 5,3}$ | $+\frac{(2,8)}{\pm 4,7}$ | $+\frac{(2,8)}{\pm 4,7}$ | $+\frac{(2,8)}{\pm 4,6}$ | $+\frac{(3,6)}{\pm 4,9}$ | +4,64 | +5,1  | +5    |  |  |
| У5  | —     | +4,6 | 0     | -0,7  | —                        | -0,7                     | 0                        | —                        | —                        | —     | —     | —     |  |  |
| У6  | -12,6 | —    | —     | —     | $+\frac{(7,3)}{\pm 11}$  | —                        | +12,6                    | —                        | 0                        | 0     | —     | —     |  |  |
| У7  | -6,3  | —    | —     | —     | -4,9                     | —                        | +12,6                    | —                        | +6,3                     | +2,65 | —     | —     |  |  |
| У8  | —     | +2,6 | -0,1  | -0,7  | —                        | -0,7                     | 0                        | $\frac{(2,6)}{\pm 4,5}$  | —                        | —     | —     | —     |  |  |
| У9  | +5,9  | +6,6 | +6,3  | +0,65 | $\frac{(0,2)}{\pm 1,3}$  | +0,7                     | +2,7                     | +3,4                     | +6                       | +2,76 | +3,32 | +3,32 |  |  |
| У11 | 0     | —    | +12,6 | —     | —                        | —                        | -0,6                     | —                        | —                        | +12,1 | —     | +12,6 |  |  |
| У12 | —     | +2   | +0,8  | 0     | —                        | +1,3                     | +2,1                     | +12,6                    | —                        | —     | —     | —     |  |  |

## Усилитель Х и калибратор (И22.051.008 Э3)

|    |       |   |   |   |   |   |       |   |   |   |   |   |   |   |
|----|-------|---|---|---|---|---|-------|---|---|---|---|---|---|---|
| У1 | -12,6 | — | — | — | — | — | +12,6 | — | — | — | — | — | — | — |
|----|-------|---|---|---|---|---|-------|---|---|---|---|---|---|---|

# Напряжения на выводах транзисторов

Таблица 2

| Поз. обозначение | Тип транзистора | Напряжение, В |         |      | Примечание |
|------------------|-----------------|---------------|---------|------|------------|
|                  |                 | коллектор     | эмиттер | база |            |

## Усилитель X и каллибратор (И22.051.008 Э3)

|    |        |                   |       |       |                                                     |
|----|--------|-------------------|-------|-------|-----------------------------------------------------|
| T1 | 2T312Б | +5,9              | 0     | +0,7  | Коммутатор синхронизации в положении « $\Theta$ X». |
| T2 | 2T326Б | -(0,1 $\div$ 0,2) | +6,8  | +6,1  |                                                     |
| T3 | 2T326Б | -(0,1 $\div$ 0,2) | +6,6  | +5,9  |                                                     |
| T4 | 1T308В | -8,3              | +1,25 | +0,55 |                                                     |
| T5 | 1T308В | -8,3              | +1,25 | +0,55 |                                                     |
| T6 | 2T602Б | +44               | +0,6  | +1,3  | Световое пятно в центре экрана.                     |
| T7 | 2T602Б | +47               | +0,6  | +1,3  |                                                     |

## Усилитель Y (И22.035.358 Э3)

|    |        |    |      |      |                                                                                                                       |
|----|--------|----|------|------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| T5 | 2T326Б | -6 | 0    | -0,7 | Усилитель сбалансирован, линия развертки в центре экрана (по вертикали). Переключатель режима работы в положении «1». |
| T6 | 2T602Б | 45 | +7,1 | +7,8 |                                                                                                                       |
| T7 | 2T602Б | 45 | +7,1 | +7,7 |                                                                                                                       |

## Генератор развертки (И23.263.031 Э3)

|     |        |       |                           |                           |                                                                                                   |
|-----|--------|-------|---------------------------|---------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|
| T3  | 2T326Б | 0     | +5,5                      | +4,8                      | Тумблер выбора режима работы генератора в положении «ЖДУЩ.». Ручка «УРОВЕНЬ» в среднем положении. |
| T4  | 2T326Б | 0     | +6,2                      | +5,5                      |                                                                                                   |
| T5  | 1T311А | +5    | 0                         | 0                         |                                                                                                   |
| T6  | 2T326Б | -6    | 0                         | -0,7                      |                                                                                                   |
| T7  | 1T311А | +6    | 0                         | 0                         |                                                                                                   |
| T9  | 2T312Б | 0     | 0                         | +0,7                      |                                                                                                   |
| T10 | 2T312Б | +12,6 | + (0,3 $\div$ $\div$ 0,9) | + (0,9 $\div$ $\div$ 1,5) |                                                                                                   |
| T11 | 2T316А | +1,2  | +1,2                      | +1,9                      |                                                                                                   |

## Стабилизатор (И23.233.169 Э3)

|    |        |     |       |     |                                                           |
|----|--------|-----|-------|-----|-----------------------------------------------------------|
| T1 | 2T608Б | +26 | +19,5 | 20  | Измерение производить относительно Т. 3. (И23.233.169 Э3) |
| T2 | 2T201А | 20  | 9     | 9,5 |                                                           |

76

Продолжение таблицы 2

| Поз. обозначение | Тип транзистора | Напряжение, В |         |      | Примечание |
|------------------|-----------------|---------------|---------|------|------------|
|                  |                 | коллектор     | эмиттер | база |            |

## Стабилизатор (И23.233.168 Э3)

|     |        |       |       |        |                                                           |
|-----|--------|-------|-------|--------|-----------------------------------------------------------|
| T1  | 2T201А | +7,7  | -0,3  | 0      | Измерение производить относительно Т. 22 (И23.233.168 Э3) |
| T2  | 2T201А | +1,4  | -6,7  | -6,3   |                                                           |
| T3  | 2T201А | +1,4  | -3,6  | -2,9   |                                                           |
| T4  | 2T201А | +8,35 | +7    | +7,7   |                                                           |
| T5  | 2T201А | +1,9  | +0,7  | +1,4   |                                                           |
| T6  | 2T201А | +7,7  | 0     | +0,7   |                                                           |
| T7  | 2T603А | +8,35 | +6,3  | +7     |                                                           |
| T8  | 2T603А | +1,9  | 0     | +0,7   |                                                           |
| T9  | 2T201А | +83,5 | +82   | +82,7  |                                                           |
| T10 | 2T608Б | +127  | +120  | +120,5 |                                                           |
| T11 | 2T201А | 0     | -3,6  | -2,9   |                                                           |
| T12 | 2T608Б | +83,5 | +81,3 | +82    |                                                           |
| T13 | 2T208Б | -13,5 | -12,6 | -13,3  |                                                           |
| T14 | 2T608Б | +13,5 | +12,6 | +13,2  |                                                           |

## Осциллограф универсальный С1-93

И22.044.083 Э3

|    |        |     |     |       |                                         |
|----|--------|-----|-----|-------|-----------------------------------------|
| T1 | 2T903Б | +26 | +19 | +19,5 | Измерение производить относительно С12. |
|----|--------|-----|-----|-------|-----------------------------------------|

## Усилитель Z (И22.002.082 Э3)

|    |        |      |      |    |                                                                                     |
|----|--------|------|------|----|-------------------------------------------------------------------------------------|
| T1 | 2T602Б | +60  | -38  | 38 | Коммутатор синхронизации в положении « $\Theta$ X». Световое пятно в центре экрана. |
| T2 | 2T602Б | +38  | -0,6 | 0  |                                                                                     |
| T3 | 2T312Б | +6,3 | -0,7 | 0  |                                                                                     |

77

# Напряжения на выводах полевых транзисторов

Таблица 3

| Поз. обоз. | Тип транзистора | Напряжение, В |       |        | Примечание |
|------------|-----------------|---------------|-------|--------|------------|
|            |                 | сток          | исток | затвор |            |

## Усилитель Y (И22.035.358 Э3)

|    |        |      |      |   |                                              |
|----|--------|------|------|---|----------------------------------------------|
| T1 | 2П303Д | +6,3 | 1    | 0 | Переключатель режима работы в положении «I». |
| T2 | 2П303Д | +6,3 | i    | 0 |                                              |
| T3 | 2П303Д | +6,3 | +0,8 | 0 |                                              |
| T4 | 2П303Д | +6,3 | +0,8 | 0 |                                              |

## Генератор развертки (И23.263.031 Э3)

|    |        |       |      |       |                                                                |
|----|--------|-------|------|-------|----------------------------------------------------------------|
| T1 | 2П303Д | +8    | +0,8 | -0,9  | Переключатель выбора режима работы генератора в положении «O». |
| T2 | 2П103Д | -8    | -1,4 | +1    |                                                                |
| T8 | 2П303Д | +12,6 | +2,1 | +1,24 |                                                                |

# Напряжения в контрольных точках

Таблица 4

| Наименование узла                         | Поз. обозначение | Напряжение, В   | Примечание                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|-------------------------------------------|------------------|-----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Усилитель Z (И22.002.082 Э3)              | Гн1              | +34             | Коммутатор синхронизации в положении « <b>ЭХ</b> ».                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Усилитель Y (И22.035.358 Э3)              | Гн1              | +1,0            | Световое пятно в центре экрана. Усилитель сбалансирован, линия развертки в центре экрана (по вертикали). Переключатель режима работы в положении «I».                                                                                                                                                                                                                                             |
|                                           | Гн2              | +1,0            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|                                           | Гн3              | 0               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|                                           | Гн4              | 0               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|                                           | Гн5              | 0               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|                                           | Гн6              | 0               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|                                           | Гн7              | + (0—0,6)       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|                                           | Гн8              | +3,8            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|                                           | Гн9              | -0,6            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Усилитель X и калибратор (И22.051.008 Э3) | Гн1              | +6,3            | Коммутатор синхронизации в положении « <b>ЭХ</b> ».                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|                                           | Гн2              | +6,3            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|                                           | Гн3              | -(0,1—0,4)      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|                                           | Гн4              | -(0,1—0,4)      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|                                           | Гн5              | +1,2            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|                                           | Гн6              | +1,2            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Генератор развертки (И23.263.031 Э3)      | Гн1              | 0               | Световое пятно в центре экрана. Тумблер «АВТ. ЖДУЩ» в положении «ЖДУЩ». Переключатель синхронизации в положении «O».                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|                                           | Гн1              | 0               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Генератор развертки (И23.263.031 Э3)      | Гн2              | + (3,3—4,8)     | Ручка «УРОВЕНЬ» в среднем положении. Переключатель синхронизации в положении « <b>Э</b> ». Тумблер «АВТ. ЖДУЩ» в положении «ЖДУЩ». Ручка «УРОВЕНЬ» в среднем положении. Переключатель синхронизации в положении «O». Тумблер «АВТ. ЖДУЩ» в положении «ЖДУЩ». Ручка «УРОВЕНЬ» в среднем положении. Переключатель развертки «ВРЕМЯ/ДЕЛ» в положении «0,1». Все положения переключателя «ВРЕМЯ/ДЕЛ». |
|                                           | Гн3              | 0               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|                                           | Гн4              | 0               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|                                           | Гн5              | 0               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|                                           | Гн6              | -7,5 +11,5      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|                                           | Гн7              | +6,3            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|                                           | Гн8              | +3,2            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|                                           | Гн9              | +4,3            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|                                           | Гн10             | 0— +1,0         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|                                           | Гн11             | + (0,1—5)       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|                                           | Гн12             | + (0,05— -0,15) |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |



Таблица 5

| Номера выводов | 1   | 2                   | 3                   | 4                   | 5                   | 6 | 7                 | 8                | 9   | 10                       | 11               | 12               | 13              | 14  | A                     |
|----------------|-----|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---|-------------------|------------------|-----|--------------------------|------------------|------------------|-----------------|-----|-----------------------|
| Напряжения, В  | 6,3 | $\frac{+630}{-320}$ | $\frac{+630}{-320}$ | $\frac{+630}{-320}$ | $\frac{+630}{-320}$ | — | $\frac{+50}{-30}$ | $\frac{0}{-150}$ | 150 | $\frac{не более 30}{30}$ | $\frac{0}{-150}$ | $\frac{0}{-150}$ | $\frac{0}{-50}$ | 6,3 | $\frac{+1000}{-1000}$ |

## Примечания.

1. Напряжения, приведенные в табл. 1, 2, 3, 4, измеряются относительно корпуса осциллографа.
2. Напряжения до 1 кВ измеряются цифровым вольтметром В718А, а напряжения более 1 кВ — киловольтметром С50.
3. Все напряжения проводятся при номинальном напряжении питающей сети.
4. Значения измеренных напряжений могут отличаться от указанных в табл. 1, 2, 3, 4, 5, не более чем на 30 % ( $\pm 0,3$  В) но не должны превышать предельно допустимых паспортных данных.
5. Выводы 1 и 14 на ЭЛТ (Л4) находятся под потенциалом минус 1500 В.
6. Напряжения, приведенные в табл. 4, на выводах ЭЛТ (Л4) измеряют: на 2, 5 — относительно вывода 3; на 3, 7, 8, 9, 10, 11, 12, А — относительно вывода 13; на 1 — относительно вывода 14.

## ТАБЛИЦЫ ФОРМ И АМПЛИТУД ИМПУЛЬСНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ

Форма и амплитуда импульсных напряжений на выводах транзисторов

Таблица 1

| Наименование узла               | Позиционное обозначение | База | Эмиттер | Коллектор | Примечание                                                                       |
|---------------------------------|-------------------------|------|---------|-----------|----------------------------------------------------------------------------------|
| Усилитель Y<br>(И22.035.358.93) | T5                      |      |         |           | Переключатель режима работы в положении "I".<br>"V/ДЕЛ." — в положении "VB ДЕЛ." |
|                                 | T6                      |      |         |           |                                                                                  |
|                                 | T7                      |      |         |           |                                                                                  |
| Усилитель Z<br>(И22.002.082.93) | T1                      |      |         |           |                                                                                  |
|                                 | T2                      |      |         |           |                                                                                  |

Продолжение табл. I

| Наименование узла                        | Позиционное обозначение | База                                                                              | Эмиттер                                                                           | Коллектор                                                                         | Примечание |
|------------------------------------------|-------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|------------|
| Генератор развертки<br>(И23.263.031, 33) | T3                      |  |  |  |            |
|                                          | T4                      |  |  |  |            |
|                                          | T5                      |  |                                                                                   |  |            |
|                                          | T6                      |  |  |                                                                                   |            |
|                                          | T7                      |  |                                                                                   |  |            |
|                                          |                         |                                                                                   |                                                                                   |                                                                                   |            |

Продолжение табл. I

| Наименование узла                               | Позиционное обозначение | База                                                                                | Эмиттер                                                                             | Коллектор                                                                           | Примечание    |
|-------------------------------------------------|-------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| Усилитель X<br>и калибратор<br>(И22.051.008 33) | T1                      |  |                                                                                     |  | $\Gamma_{H1}$ |
|                                                 | T2                      |   |  |  | $\Gamma_{H4}$ |
|                                                 | T3                      |                                                                                     |  |  | $\Gamma_{H3}$ |
|                                                 | T4                      |  |  |                                                                                     |               |
|                                                 | T5                      |  |  |                                                                                     |               |
|                                                 | T6                      |  |                                                                                     |  |               |
|                                                 | T7                      |  |                                                                                     |  |               |

Продолжение табл. I

| Наименование узла                                  | Позиционное обозначение | База                                                                              | Эмиттер | Коллектор                                                                         | Примечание                                     |
|----------------------------------------------------|-------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|---------|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|
| Стабилизатор<br>(ИЗ. 233.169 ЭЗ)                   | Т3, Т4<br>2Т201А        |  |         |  | Измерения производить относительно минуса 48 В |
|                                                    | Т5, Т6<br>2Т608Б        |  |         |  |                                                |
| Осциллограф универсальный С1-93<br>(ИЗ.044.083 ЭЗ) | Т2, Т3<br>П215          |  |         |  | Измерения производить относительно минуса 19 В |

Форма и амплитуда импульсных напряжений на выводах полевых транзисторов

Таблица 2

| Наименование узла                       | Позиционное обозначение | Затвор                                                                             | Исток                                                                              | Сток | Примечание                                   |
|-----------------------------------------|-------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|------|----------------------------------------------|
| Усилитель У<br>(ИЗ.035.358 ЭЗ)          | Т1, Т3                  |   |   |      | Переключатель "V/ДЕЛ" в положении "▼ 5 ДЕЛ." |
| Генератор разбегтки<br>(ИЗ. 265.031 ЭЗ) | Т8                      |  |  |      |                                              |

Таблица 3

Форма импульсных напряжений на электродах микросхем

| Наименование узла              | Номер контакта | 2                                                                                   | 3                                                                                     | 5                                                                                     | 6                                                                                     | 7                                                                                     | 8                                                                                     | 11                                                                                    | 12                                                                                    | Примечание                                                                  |
|--------------------------------|----------------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|
| Усилитель У<br>(ИЗ.035.358 ЭЗ) | У1, У2         |    |    |    |    |    |    |    |    | Переключатель "V/ДЕЛ" в положении "▼ 5 ДЕЛ." Риска "D" в коло-<br>женки "▼" |
|                                | У3, У4         |    |    |    |    |    |    |    |    |                                                                             |
|                                | У5             |   |   |   |   |   |   |   |   |                                                                             |
|                                | У6             |  |  |  |  |  |  |  |  |                                                                             |
|                                | У7             |  |  |  |  |  |  |  |  | Переключатель режима работы в положение "..."                               |

Продолжение табл. 3

| Наименование узла            | Номер вывода | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | Примечание                             |
|------------------------------|--------------|---|---|---|---|---|---|---|---|----------------------------------------|
| Усилитель У (122.035.353 Э3) | У8, У9       |   |   |   |   |   |   |   |   | Переключатель "УДЛ" в положении "ВБДЛ" |
|                              | Номер вывода | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | Переключатель "УДЛ" в положении "ВБДЛ" |
|                              | У10          |   |   |   |   |   |   |   |   | Переключатель "УДЛ" в положении "ВБДЛ" |
| Номер вывода                 | У11          |   |   |   |   |   |   |   |   | Переключатель "УДЛ" в положении "ВБДЛ" |
|                              | Номер вывода | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | Переключатель "УДЛ" в положении "ВБДЛ" |
|                              | У12          |   |   |   |   |   |   |   |   | Переключатель "УДЛ" в положении "ВБДЛ" |
| Номер вывода                 | У13          |   |   |   |   |   |   |   |   | Переключатель "УДЛ" в положении "ВБДЛ" |
|                              | Номер вывода | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | Переключатель "УДЛ" в положении "ВБДЛ" |
|                              | У13          |   |   |   |   |   |   |   |   | Переключатель "УДЛ" в положении "ВБДЛ" |

Продолжение табл. 3

| Наименование узла            | Номер вывода | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | Примечание                                                                                     |
|------------------------------|--------------|---|---|---|---|---|---|---|---|------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Усилитель У (122.035.353 Э3) | У14          |   |   |   |   |   |   |   |   | Переключатель "УДЛ" в положении "ВБДЛ" в режиме работы генератора раз-бурки в поломе-нии "АВТ" |
|                              | Номер вывода | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | Переключатель "УДЛ" в положении "ВБДЛ" в режиме работы генератора раз-бурки в поломе-нии "АВТ" |
|                              | У3           |   |   |   |   |   |   |   |   | Переключатель "УДЛ" в положении "ВБДЛ" в режиме работы генератора раз-бурки в поломе-нии "АВТ" |
| Номер вывода                 | У2           |   |   |   |   |   |   |   |   | Переключатель "УДЛ" в положении "ВБДЛ" в режиме работы генератора раз-бурки в поломе-нии "АВТ" |
|                              | Номер вывода | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | Переключатель "УДЛ" в положении "ВБДЛ" в режиме работы генератора раз-бурки в поломе-нии "АВТ" |
|                              | У1           |   |   |   |   |   |   |   |   | Переключатель "УДЛ" в положении "ВБДЛ" в режиме работы генератора раз-бурки в поломе-нии "АВТ" |
| Номер вывода                 | У5           |   |   |   |   |   |   |   |   | Переключатель "УДЛ" в положении "ВБДЛ" в режиме работы генератора раз-бурки в поломе-нии "АВТ" |
|                              | Номер вывода | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | Переключатель "УДЛ" в положении "ВБДЛ" в режиме работы генератора раз-бурки в поломе-нии "АВТ" |
|                              | У5           |   |   |   |   |   |   |   |   | Переключатель "УДЛ" в положении "ВБДЛ" в режиме работы генератора раз-бурки в поломе-нии "АВТ" |

Продолжение табл. 3

| Наименование узла                     | Номер контакта | 2 | 3 | 4 | 7 | 8 | Примечание |
|---------------------------------------|----------------|---|---|---|---|---|------------|
| Генератор развертки (ИЗЗ. 283.034.33) | У9             |   |   |   |   |   |            |
|                                       | У7             |   |   |   |   |   |            |
|                                       | У9             |   |   |   |   |   |            |
| Генератор развертки (ИЗЗ. 283.034.33) | У10            |   |   |   |   |   |            |
|                                       | У12            |   |   |   |   |   |            |
|                                       | У12            |   |   |   |   |   |            |

# ФОРМА И АМПЛИТУДА ИМПУЛЬСНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ В КОНТРОЛЬНЫХ ТОЧКАХ

Таблица 4

| Наименование узла                     | Позиционное обозначение | Форма и амплитуда импульсных напряжений | Примечание                                                   |
|---------------------------------------|-------------------------|-----------------------------------------|--------------------------------------------------------------|
| Стабилизатор (ИЗЗ. 233.469.33)        | ГН1                     |                                         | Измерение проводилось относительно диода Д1 (ИЗ2.044.085.33) |
|                                       | ГН2                     |                                         |                                                              |
|                                       | ГН3, ГН4                |                                         |                                                              |
|                                       | ГН5, ГН6                |                                         |                                                              |
|                                       | ГН3                     |                                         |                                                              |
|                                       | ГН3                     |                                         |                                                              |
| Генератор развертки (ИЗЗ. 283.034.33) | ГН13                    |                                         | Переключатель развертки "ВРЕМЯ/ДЕЛ" в положении "1 мс"       |

## Примечания:

1. Форма и амплитуда импульсных напряжений измерены осциллографом универсальным С1-77.
2. На выводах микросхем и транзисторов, напряжения которых не измеряются (постоянные), эпюры напряжений не приводятся.
3. Все напряжения измеряются при номинальном значении напряжения питающей сети.
4. Форма и амплитуда импульсных напряжений могут отличаться от указанных не более чем на  $\pm 20\%$ .



## ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ МОТОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ

Трансформатор И24.730.201

Данные трансформатора

| Схема обмотки | Номер обмотки | Номера выводов | С нагрузкой |      | Без нагрузки |       | Число витков | Диаметр провода, мм | Рабочая частота кГц |
|---------------|---------------|----------------|-------------|------|--------------|-------|--------------|---------------------|---------------------|
|               |               |                | U, В        | I, А | U, В         | I, А  |              |                     |                     |
|               |               |                | U, В        | I, А | U, В         | I, А  |              |                     |                     |
|               | I             | 1-2            | 4,7         | 0,01 | 4,7          | 0,005 | 200          | 0,1                 | $f_p = 9 \pm 0,5$   |
|               |               | 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 К16×10×4,5-1

Трансформатор И24.730.202

Данные трансформатора

| Схема обмотки | Номер обмотки | Номера выводов | С нагрузкой |       | Без нагрузки |      | Число витков | Диаметр провода, мм | Рабочая частота кГц |
|---------------|---------------|----------------|-------------|-------|--------------|------|--------------|---------------------|---------------------|
|               |               |                | U, В        | I, А  | U, В         | I, А |              |                     |                     |
|               |               |                | U, В        | I, А  | U, В         | I, А |              |                     |                     |
|               | I             | 1-2            | 18          | 0,015 | 18           | 0,01 | 200×2        | 0,1                 | $f_p = 9 \pm 0,5$   |
|               |               | 2-3            | 18          |       | 18           |      |              |                     |                     |
|               | II            | 4-5            | 2,5         | 0,005 | 2,52         |      | 28×2         |                     |                     |
|               |               | 5-6            | 2,5         |       | 2,52         |      |              |                     |                     |
|               |               |                |             |       |              |      |              |                     |                     |
|               |               |                |             |       |              |      |              |                     |                     |
|               | III           | 7-8            | 10          | 0,01  | 10,17        |      | 113          |                     |                     |

Сердечник М2000 НМ1-17 К16×10×4,5-1

Трансформатор И24.730.268-001

Данные трансформатора

| Схема обмотки | Номер обмотки | Номера выводов | С нагрузкой |       | Без нагрузки |      | Число витков | Диаметр провода, мм | Рабочая частота кГц |
|---------------|---------------|----------------|-------------|-------|--------------|------|--------------|---------------------|---------------------|
|               |               |                | U, В        | I, А  | U, В         | I, А |              |                     |                     |
|               |               |                | U, В        | I, А  | U, В         | I, А |              |                     |                     |
|               | I             | 1-2            | 50          |       | 52           |      | 98           | 0,1                 |                     |
|               |               | 2-3            | 520         | 0,002 |              |      | 1000         |                     |                     |
|               |               | 3-4            | 185         |       | 190          |      | 357          |                     |                     |
|               | II            | 5-6            | 120         | 0,02  | 124          |      | 352          | 0,1                 |                     |
|               |               |                |             |       |              |      |              |                     |                     |
|               | III           | 7-8            | 62          | 0,07  | 64           |      | 118          | 0,15                |                     |
|               | IV            | 9-10           | 10          | 0,15  | 10,65        |      | 20           | 0,23                |                     |
|               | V             | 11-12          | 10          | 0,15  | 10,65        |      | 20           | 0,23                |                     |
|               | VI            | 13-14          | 6,3         | 0,3   | 6,4          |      | 12           | 0,35                |                     |
|               | VII           | 15-16          | 18,7        | 0,64  | 18,7         |      | 35           | 0,51                | $f_p = 9 \pm 1$     |
|               |               | 16-17          | 18,7        |       | 18,7         |      | 35           |                     |                     |
|               | VIII          | 18-19          | 15,5        | 0,12  | 16           |      | 30           | 0,2                 |                     |
|               |               | 19-20          | 15,5        |       | 16           |      | 30           |                     |                     |

Сердечник М2000 НМ1-17 К40×25×11-1

Трансформатор И24.700.007

Данные трансформатора

| Схема обмотки | Номер обмотки | Номера выводов | С нагрузкой |      | Без нагрузки |      | Число витков | Диаметр провода, мм | Рабочая частота кГц |
|---------------|---------------|----------------|-------------|------|--------------|------|--------------|---------------------|---------------------|
|               |               |                | U, В        | I, А | U, В         | I, А |              |                     |                     |
|               |               |                | U, В        | I, А | U, В         | I, А |              |                     |                     |
|               | I             | 1-2            | 115         | 0,54 | 115          | 0,03 | 897          | 0,400               | 400                 |
|               |               | 2-3            |             |      |              |      | 819          | 0,280               |                     |
|               |               | 1-3            | 220         | 0,28 | 220          | 0,06 | 1716         |                     | 50: 400             |
|               | II            | 4-5            | 20,4        | 2    | 22,4         |      | 177          | 0,850               |                     |
|               |               |                |             |      |              |      |              |                     |                     |
|               |               |                |             |      |              |      |              |                     |                     |

Магнитопровод атд7.778.000-01 ОЛ 64/40×32

Данные трансформатора

| Электрическая схема                                                               | Номер вывода | Кол. витков | Индуктивность, мкГн | Провод         | Вид обмотки             |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------|-------------|---------------------|----------------|-------------------------|
|  | 1—2          | 10          | 46 ± 20%            | ПЭТВ-939-0,235 | Кольцевая в два провода |
|                                                                                   | 3—4          | 10          |                     |                |                         |

Сердечник М2000НМ1-17 К7×4×2

Индуктивность ЕЕ4.777.144

| Электрическая схема                                                               | Номер вывода | Кол. витков | Индуктивность, мкГн | Провод         | Вид обмотки             |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------|-------------|---------------------|----------------|-------------------------|
|  | 1—2          | 14          | 93,4 ± ± 15%        | ПЭТВ-939-0,315 | Кольцевая виток к витку |

Сердечник М2000НМ1-17 К7×4×2

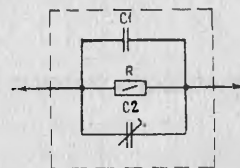
Катушка отклоняющая И24.769.007

| Электрическая схема                                                               | Номер вывода | Кол. витков | Сопротивление обмотки, Ом | Провод         | Вид обмотки                          |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------|-------------|---------------------------|----------------|--------------------------------------|
|  | 1—2          | 5000        | 1570 ± ± 10%              | ПЭТВ-939-0,125 | Открытая многослойная, виток к витку |

Катушки отклоняющие ЯП4.769.001, ЯП4.769.001-01

| Электрическая схема                                                                | Номер вывода | Кол. витков | Сопротивление обмотки, Ом | Провод         | Вид обмотки                      |
|------------------------------------------------------------------------------------|--------------|-------------|---------------------------|----------------|----------------------------------|
|  | 1—2          | 1300        | —                         | ПЭТВ-939-0,125 | Бескаркасная многослойная виавал |

Схема RC цепочки для определения входной емкости



R — резистор С2-13-0,25-1 МОм ± 0,5% - А;  
 С1 — конденсатор КТ-1-М47-22 пФ ± 5% - 3;  
 С2 — конденсатор КТ2-18-1,5/10 пФ.

### СХЕМЫ РАСПОЛОЖЕНИЯ ОСНОВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

Вид сверху со снятой крышкой

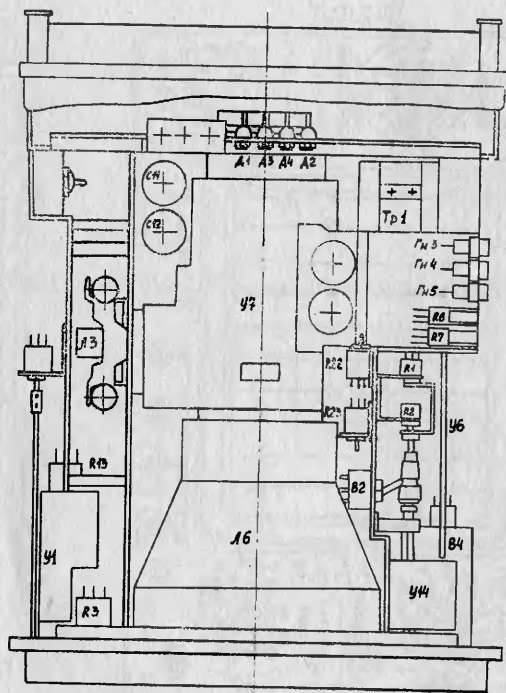


Рис. 2.

Вид снизу со снятой крышкой

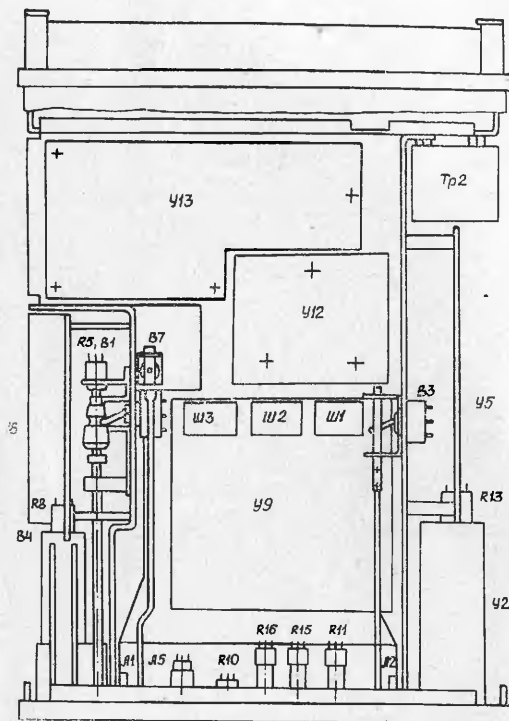


Рис. 3.

Вид сзади

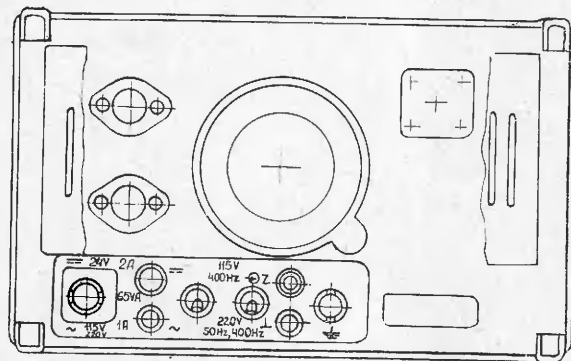


Рис. 4.

Вид справа

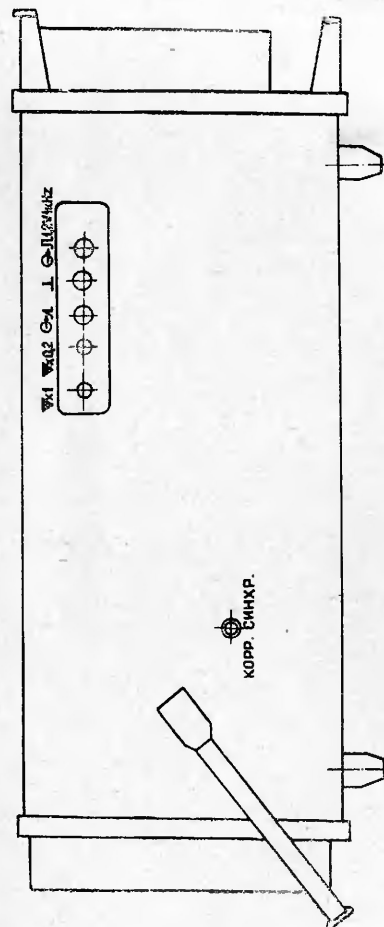


Рис. 5

Вид сзади со снятой панелью и крышкой

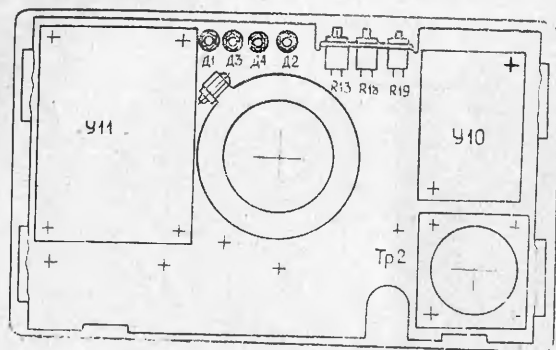


Рис. 6.

Вид на переднюю панель сзади

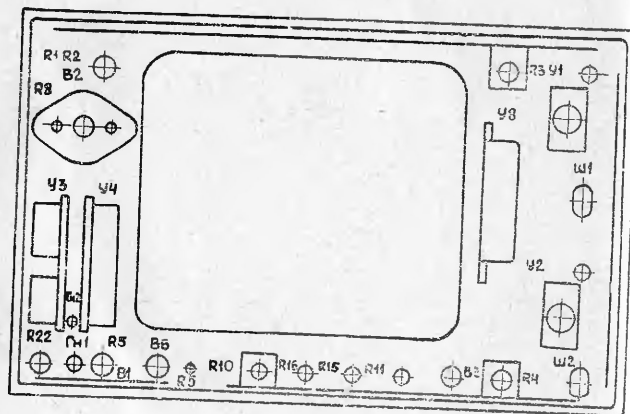


Рис. 7.

ПРИЛОЖЕНИЕ 6

Протокол поверки осциллографа С1-93

| Наименование и единица измерения поверяемой характеристики                                                                                    | Величина    |             |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-------------|
|                                                                                                                                               | номинальная | фактическая |
| 1. Ширина линии луча, мм, не более:                                                                                                           |             |             |
| 1) в центральной зоне экрана                                                                                                                  |             | 0,7         |
| — горизонтальной линии                                                                                                                        |             | 0,5         |
| — вертикальной линии                                                                                                                          |             |             |
| 2) на краях рабочей части экрана                                                                                                              |             | 0,9         |
| — горизонтальной линии                                                                                                                        |             | 0,7         |
| — вертикальной линии                                                                                                                          |             |             |
| 2. Относительная основная погрешность коэффициентов отклонения по вертикали, %, в пределах                                                    |             |             |
| 1) при непосредственном входе:                                                                                                                |             |             |
| канал I                                                                                                                                       | ±4          |             |
| канал II                                                                                                                                      | ±4          |             |
| 2) с выносным делителем 1:10:                                                                                                                 |             |             |
| канал I                                                                                                                                       | ±4          |             |
| канал II                                                                                                                                      | ±4          |             |
| 3. Относительная основная погрешность коэффициентов развертки (кроме $2 \cdot 10^5$ ; $5 \cdot 10^5$ и $1 \cdot 10^6$ мкс/дел) %, в пределах: |             |             |
| 1) без растяжки                                                                                                                               | ±4          |             |
| 2) с растяжкой                                                                                                                                | ±6          |             |
| 4. Время нарастания переходной характеристики, нс, не более:                                                                                  |             |             |
| 1) при непосредственном входе                                                                                                                 |             |             |
| канал I                                                                                                                                       | 35          |             |
| канал II                                                                                                                                      | 35          |             |
| 2) с выносным делителем 1:10                                                                                                                  |             |             |
| канал I                                                                                                                                       | 35          |             |
| канал II                                                                                                                                      | 35          |             |
| 5. Выброс переходной характеристики, %, не более:                                                                                             |             |             |
| 1) при непосредственном входе                                                                                                                 |             |             |
| канал I                                                                                                                                       | 3           |             |
| канал II                                                                                                                                      | 3           |             |
| 2) с выносным делителем 1:10                                                                                                                  |             |             |
| канал I                                                                                                                                       | 3           |             |
| канал II                                                                                                                                      | 3           |             |
| 6. Время установления переходной характеристики, нс, не более:                                                                                |             |             |
| 1) при непосредственном входе                                                                                                                 |             |             |
| канал I                                                                                                                                       | 100         |             |
| канал II                                                                                                                                      | 100         |             |
| 2) с выносным делителем 1:10                                                                                                                  |             |             |
| канал I                                                                                                                                       | 100         |             |
| канал II                                                                                                                                      | 100         |             |
| 7. Неравномерность переходной характеристики, %, не более:                                                                                    |             |             |
| 1) при непосредственном входе                                                                                                                 |             |             |
| на участке установления I канала                                                                                                              | 2,5         |             |
| за пределами участка установления I канала                                                                                                    | 2           |             |
| на участке установления II канала                                                                                                             | 2,5         |             |



| Наименование и единица измерения проверяемой характеристики                               | Величина    |             |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-------------|
|                                                                                           | номинальная | фактическая |
| за пределами участка установления II канала                                               | 2           |             |
| 2) с выносным делителем 1 : 10                                                            |             |             |
| на участке установления I канала                                                          | 2,5         |             |
| за пределами участка установления I канала                                                | 2           |             |
| на участке установления II канала                                                         | 2,5         |             |
| за пределами участка установления II канала                                               | 2           |             |
| 8. Спад вершины переходной характеристики при закрытом входе за время 10 мс, %, не более: |             |             |
| 1) при непосредственном входе                                                             |             |             |
| канал I                                                                                   | 10          |             |
| канал II                                                                                  | 10          |             |
| 2) с выносным делителем 1 : 10                                                            |             |             |
| канал I                                                                                   | 10          |             |
| канал II                                                                                  | 10          |             |

## СХЕМЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ПРИНЦИПИАЛЬНЫЕ