

**ОСЦИЛЛОГРАФ
ДВУХЛУЧЕВОЙ ЗАПОМИНАЮЩИЙ
С8-17**

**Техническое описание
и инструкция по эксплуатации**

2.044.116 ТО

ВНИМАНИЕ!

В разделе 3 вместо Ящик 4.161.637 следует читать: Ящик 4.161.008 .
Из раздела 3 следует изъять : Принадлежности прибора представ-
лены на рис.2,3.

- в Примечание следует ввести п.2. Цифры в графе "Поз"- позицион-
ное обозначение на рис.2.

На стр.15 в рис.4 следует ввести :

КОРР.
Регулиру-
емый уси-
литель.

На стр.31 в рис.9 следует ввести:

"U пу" Ш47
3 кв.
"U к" Ш48
2,7 кв.

На стр.57 и стр.58 в графе "Органы управления" следует читать:

ГОТОВ
С внеш.

З \ / АВТ

На стр.62 после таблицы 4 следует ввести:

Примечание: Свободный вход усилителя У2 замкнуть заглушкой
6.433.070 .

На стр.94 в п.12.4.6. после ... Шкала У2, У1 - в положение У2 следует
ввести : Свободный вход усилителя У2 замкнуть заглушкой 6.433.070.

На стр.130 следует читать:

R6 СЗ-14-0,5-22 МОм
R11 СЗ-14-0,5-3,9 МОм
R14 СЗ-14-0,5-8,2 МОм
R21 СЗ-14-0,5-22 МОм .

На стр.148, стр.150 в графе "Примечание" следует ввести :

C241 ** ** Установить при необходимости.
R579 ** ** Установить при необходимости.

На стр.151 следует изъять Д77 Стабилитрон 2С168А I, Д79 Диод 2ДБ10А .

На стр.151 вместо Стабилитрон Д818Д следует читать: Стабилитрон 2С168А
I , Д78 .

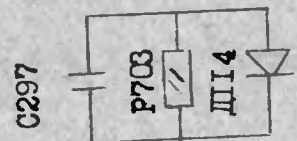
На стр.155 следует читать:

C293 КМ-56-М1500-5100 пф ± 20% - В
C295 КМ-46-Н90-0,047 мкф ± 20% - В ;

- следует ввести C297 конденсатор

C297- КМ-56-М1500-1500 пф ± 20% - В I .

В электрическую схему на стр.166 следует ввести С297 Конденсатор



Вместо рис.9 и рис.10 на стр.107 и стр.108 следует смотреть рис.9 и рис.10 приведенные ниже :

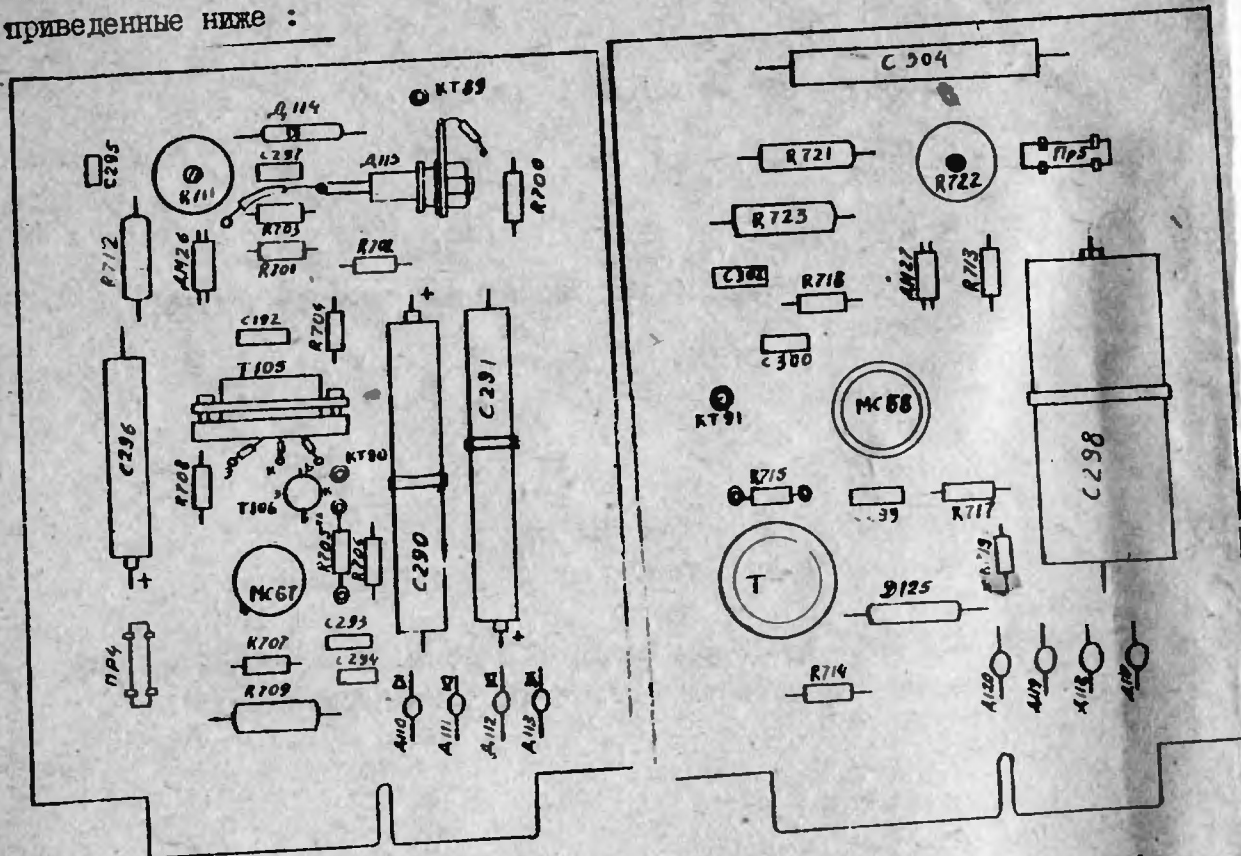


Рис.9 Стабилизатор (VII)

Рис.10 Стабилизатор (VI2)

Схемы электрические принципиальные вложены в ТО.

С8-17/ТО/

1. НАЗНАЧЕНИЕ

1.1. Осциллограф двухлучевой запоминающий С8-17 (рис.1), в дальнейшем именуемый "Прибор", предназначен для исследования формы однократных и периодических электрических сигналов от 6 мВ до 500 В в диапазоне временных интервалов от 2 мкс до 10 с путем запоминания и путем обычного осциллографирования



1.2. Прибор применяется для электрорадиомеasurements в различных областях науки и техники при проведении исследовательских и опытно-тестовых работ в лабораторных и в производственных условиях.

1.3. Прибор соответствует требованиям ГОСТ 22261-76 в части метрологических характеристик, ГОСТ 22737-77, ГОСТ 23601-79 и относится ко 2-му классу точности ГОСТ 22737-77.

Основная погрешность измерения амплитудных значений импульсов прямоугольной формы составляет 5 %, а с выносным делителем - 8 %. Основная погрешность измерения временных интервалов импульсов прямоугольной формы составляет 5 %.

1.4. Условия эксплуатации прибора:

а) рабочие:

температура окружающей среды от 278 до 323 К (от 5 до 40 °С);

относительная влажность воздуха до 95 % при температуре 303 К (30 °С);

напряжение сети питания 220 ± 22 В с частотой $50 \pm 0,5$ и $60 \pm 0,6$ Гц с содержанием гармоник до 5 %;

б) предельные:

температура окружающей среды от 223 до 333 К (от минус 50 до плюс 60 °С).

1.5. В тексте приняты следующие сокращения:

ТО - техническое описание и инструкция по эксплуатации;

ЗМП - запасное имущество прибора;

ПХ - переходная характеристика;

ПУ - печатный узел;

ЭЛТ - электроннолучевая трубка.

В тексте приняты следующие обозначения составных частей прибора:

УПТ - усилитель постоянного тока;

МС1-2 - условное обозначение второй ячейки, входящей в микросхему МС1;

ЦАП-Х - цифроаналоговый преобразователь Х;

ЦАП-У - цифроаналоговый преобразователь У;

2. ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

2.1. Электрические параметры и характеристики

2.1.1. В приборе обеспечиваются следующие режимы работы:

режим без запоминания;

режим без запоминания с усилением яркости изображения;

режим запоминания;

режим увеличения скорости записи при запоминании (форсированный режим запоминания);

режим увеличения контрастности изображения при запоминании;

режим накопления.

Минимальная частота следования развертки, при которой обеспечивается наблюдение предельно быстрого сигнала в режиме без запоминания с усилением яркости изображения не более 10 Гц.

2.1.2. Рабочая часть экрана:

по горизонтали - 80 мм;

по вертикали - 60 мм.

2.1.3. Ширина линии лучей в режимах работы без запоминания и с запоминанием не превышает 1 мм.

2.1.4. Максимальная скорость записи однократных сигналов не менее: 5 км/с - в режиме запоминания;

40 км/с - в форсированном режиме запоминания.

2.1.5. Время воспроизведения записанного изображения не менее 30 мин. Время воспроизведения в форсированном режиме запоминания не обеспечивается.

Регулируемое время воспроизведения в режиме автоматического стирания находится в пределах 1-5 с.

2.1.6. Прибор обеспечивает сохранение записанного изображения при отключении питания и последующем включении не ранее чем через 3 мин и не позднее чем через 7 суток.

2.1.7. В режимах запоминания обеспечиваются следующие виды стирания:

ручное,

автоматическое,

дистанционное.

В приборе обеспечивается возможность производить повторные записи сигналов без стирания ранее записанного изображения.

2.1.8. Коэффициент отклонения устанавливается ступенями от 1 мВ/ДЕЛ до 5 В/ДЕЛ соответственно ряду чисел 1; 2; 5. Плавное регулирование коэффициента отклонения обеспечивает его изменение не менее чем в 2,5 раза.

Погрешность коэффициента отклонения не более:

4 % - в нормальных условиях;

6 % - в рабочих условиях;

10 % - в рабочих условиях при работе с выносным делителем 1:10.

Погрешность коэффициента отклонения на 100 % шкалы не более:

3 % - в нормальных условиях;

4,5 % - в рабочих условиях.

2.1.9. Время нарастания ПХ при непосредственном входе и при работе с выносным делителем 1:10 не более 350 нс.

2.1.10. Выброс и неравномерность ПХ на участке времени установления не более 5 %.

2.1.11. Время установления ПХ не более 1,0 мкс.

2.1.12. Неравномерность вершины ПХ не более 2 %.

2.1.13. Искажения ПХ по постоянному току не более 2 %.

2.1.14. Спад вершины ПХ в точке через 1,25 мс от ее начала при закрытом входе не превышает 5 %.

2.1.15. Дрейф луча не более:

кратковременный - 1 мм;

долговременный - 10 мм/ч.

Смещение луча при переключении коэффициентов отклонения не более двух делений шкалы.

2.1.16. Периодические и случайные отклонения лучей при коэффициенте отклонения 1-2 мВ/ДЕЛ не более 0,2 деления.

2.1.17. Пределы перемещения луча по вертикали не менее ± 6 делений относительно горизонтальной оси шкалы.

2.1.18. Параметры входов усилителей следующие:

а) непосредственный вход:

входное активное сопротивление $1 \pm 0,03$ МОм;

входная емкость $42 \pm 4,2$ пФ;

б) при работе с выносным делителем 1:10:

входное активное сопротивление 10 ± 1 МОм;

входная емкость 12 ± 3 пФ.

2.1.19. Максимально допустимая величина входного сигнала при максимальном коэффициенте отклонения на открытом входе усилителей - не более 100 В, а при работе с выносным делителем 1:10 - не более 500 В.

Допустимое суммарное значение постоянного и переменного напряжений на закрытых входах не более 300 В, при работе с выносным делителем 1:10 не более 500 В.

2.1.20. Коэффициент развязки между усилителями при отношении коэффициентов отклонения усилителя равном 5000, в диапазоне частот от 0 до 1 МГц не менее $1 \cdot 10^{-4}$.

2.1.21. Коэффициент ослабления синфазных сигналов в диапазоне частот от 0 до 1 МГц при амплитуде сигнала 1 В не менее 500.

2.1.22. В приборе обеспечивается переключение полярности сигнала в усилителе У1.

2.1.23. Задержка изображения сигнала при внутренней синхронизации не менее 40 нс.

2.1.24. В приборе обеспечиваются следующие режимы запуска развертки:

ждущий;

однократный;

автоколебательный.

Разблокировка (подготовка к запуску) развертки в однократном режиме осуществляется вручную, автоматически или дистанционно.

2.1.25. Коэффициент развертки устанавливается ступенями от 0,2 мкс/ДЕЛ до 1 с/ДЕЛ соответственно ряду чисел 1; 2; 5.

Рабочим участком развертки является участок, равный 10 делениям по горизонтали вправо от точки, отстоящей на 40 нс от ее начала.

Погрешность коэффициента развертки не более:

4 % - в нормальных условиях;

6 % - в рабочих условиях.

Погрешность коэффициента развертки на 100 % шкалы не более:

3 % - в нормальных условиях,

4,5 % - в рабочих условиях.

Для получения коэффициентов развертки 2; 5; 10; 25 с/ДЕЛ в приборе предусмотрены гнезда подключения внешних конденсаторов К73П-4, сумма номиналов которых должна равняться 2; 8; 18 и 48 мкФ соответственно.

2.1.26. Несинхронность разверток в пределах рабочей части экрана не более 0,2 деления.

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

2.1.28. В приборе обеспечивается переключение усилителя У2 на пластины XI (X-Y режим).

При этом минимальный коэффициент отклонения (некалиброванный) переключенного усилителя У2 - не более 1,6 мВ/ДЕЛ, полоса пропускания не менее 0-500 кГц, а динамический диапазон не менее пяти делений по горизонтали.

2.1.29. Внутренняя синхронизация развертки осуществляется следующим:

гармоническими сигналами в диапазоне частот от 1 Гц до 1 МГц при величине изображения от 0,6 до 6 делений.

импульсными сигналами любой полярности длительностью 1 мкс и более при величине изображения от 0,3 до 6 делений.

напряжением с частотой сети питания.

Нестабильность синхронизации не превышает 0,1 деления.

2.1.30. Внешняя синхронизация развертки осуществляется следующим:

гармоническими сигналами от 1 Гц до 1 МГц при амплитуде от 0,5 до 50 В;

импульсными сигналами любой полярности длительностью 1 мкс и более при амплитуде от 0,5 до 50 В. Нестабильность синхронизации не превышает 0,1 деления.

Входное активное сопротивление входа внешней синхронизации по постоянному току не менее 0,4 МОм.

2.1.31. Калибратор амплитуды и времени обеспечивает выдачу калибрационных сигналов в виде положительного постоянного напряжения $0,6 \pm 0,006$ В, прямоугольных импульсов положительной полярности амплитудой $0,6 \pm 0,006$ В на внешней нагрузке $I \pm 0,1$ МОм.

Частота повторения прямоугольных импульсов $I \pm 0,01$ кГц, скважность $2 \pm 0,2$.

2.1.32. В рабочей части экрана изображается электронная шкала с шестью делениями по вертикали и 10 делениями по горизонтали. Предусмотрено выключение шкалы тумблером ШКАЛА ОТКЛ.

2.1.33. Управление яркостью шкалы обеспечивает следующее:
запись шкалы в режимах запоминания при однократном запуске;
установку яркости шкалы от оптимальной до гашения в режимах без запоминания.

2.1.34. В приборе обеспечивается наблюдение всей шкалы при любых скоростях и во всех режимах развертки.

При нажатии кнопки ПУСК ШКАЛЫ обеспечивается однократный запуск шкалы.

2.1.35. В приборе обеспечивается переключение шкалы на работу с любым из двух усилителей, вертикального тракта прибора.

2.1.36. При нажатии кнопки ПОИСК ЛУЧА обеспечивается введение луча в рабочую часть экрана.

2.1.37. Внешняя модуляция луча обеспечивается сигналами отрицательной полярности амплитудой от 2 до 4 В в диапазоне частот от 20 Гц до 0,1 МГц.

Входное активное сопротивление не менее 2 кОм.

2.1.38. Электробезопасность прибора обеспечивается следующими требованиями:

электрическая прочность изоляции цепи сетевого питания прибора выдерживает без пробоя испытательное напряжение, действующее значение которого равно 1,5 кВ;

величина сопротивления изоляции между цепью сетевого питания и зажимом защитного заземления не менее 20 МОм в нормальных условиях; не менее 5 МОм при повышенной температуре; не менее 2 МОм через двое суток после выдержки прибора в камере при относительной влажности 91-95 %, температуре 313_{-2} К (40_{-2} °С) и 1 МОм через четверо суток после выдержки прибора в камере при относительной влажности 96 %, температуре 303 К (30 °С);

величина сопротивления между металлическими нетоковедущими частями (доступными прикосновению) и зажимом защитного заземления - не более 0,5 Ом.

2.1.39. Прибор обеспечивает свои технические характеристики по истечении времени установления рабочего режима, равного 15 мин.

2.1.40. Прибор сохраняет свои технические характеристики в пределах норм, установленных техническими требованиями, при пита-

нии его от сети переменного тока напряжением 220 ± 22 В, частотой $50 \pm 0,5$ и $60 \pm 0,6$ Гц и содержанием гармоник до 5 %.

2.1.41. Мощность, потребляемая прибором от сети питания при номинальном напряжении, не превышает 80 В·А.

2.1.42. Прибор обеспечивает непрерывную работу в течение 8 ч при сохранении своих технических характеристик.

2.1.43. Напряжение промышленных радиопомех не превышает следующих значений:

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.

Напряженность поля радиопомех не превышает следующих значений:

60 дБ на частотах от 0,15 до 0,5 МГц;

54 дБ на частотах от 0,5 до 2,5 МГц;

46 дБ на частотах от 2,5 до 300 МГц.

2.2. Надежность

2.2.1. Нарботка на отказ прибора не менее 3500 ч.

2.2.2. Средний срок службы не менее 10 лет.

2.2.3. Средний ресурс не менее 10 000 ч.

2.2.4. Срок хранения - 10 лет.

2.3. Конструктивные параметры

2.3.1. Габаритные размеры прибора не превышают 364x200x572 мм

2.3.2. Габаритные размеры упаковочного ящика с ЗИП не превышает 370x270x190 мм.

2.3.3. Габаритные размеры транспортной тары не превышают 1050x530x375 мм.

2.3.4. Масса прибора не более 16 кг.

2.3.5. Масса прибора в транспортной таре не более 50 кг.

3. СОСТАВ ПРИБОРА

Состав комплекта прибора указан в табл.1.
Принадлежности прибора представлены на рис.2,3.

Наименование	Сбозначение	Кол.	Поз.	Примечание
Осциллограф двухлучевой запоминающий С8-Г7	2.044.116	1		
Ящик	4.161.637	1		
в нём:				
Делитель выносной I:10	2.727.030	2	4	"С8-Г7 I:10"
Кабель соединительный высокочастотный	4.850.150-02	3	3	"КАБ 3А"
Кабель	6.645.319	1	2	"С8-Г7 К №1"
Переход П-3	5.433.137	1	5	П-3"
Заглушка	6.433.070	1	12	
Тройник СР-50-95П	3.640.287	1	11	
Тубус	6.548.027	1	1	
Контакт	6.622.104	2	6	
Плата *	6.673.815	1	8	"С8-Г7 У 15"
Плата *	6.673.816	1	9	"С8-Г7 У 16"
Плата *	6.673.817	1	10	"С8-Г7 У 17"
Вставка плавкая ВПИ-1-2А 250 В	0.480.003 ТУ	2	13	
Корпус	7.800.325	2	7	
Техническое описание и инструкция по эксплуатации	2.044.116 Т0	1		
Формуляр	2.044.116 Ф0	1		
Коробка	4.180.001	2		

Поставляется для приборов с приёмкой заказчика *

Примечание. По особому заказу прибор может быть дополнительно укомплектован тубусом 6.548.028 (без фотоаппарата), рассчитанным для работы с фотоаппаратом "Зенит-Е" с объективом "Гелиос-44".

3.2. Принадлежности к прибору представлены на рис.2.

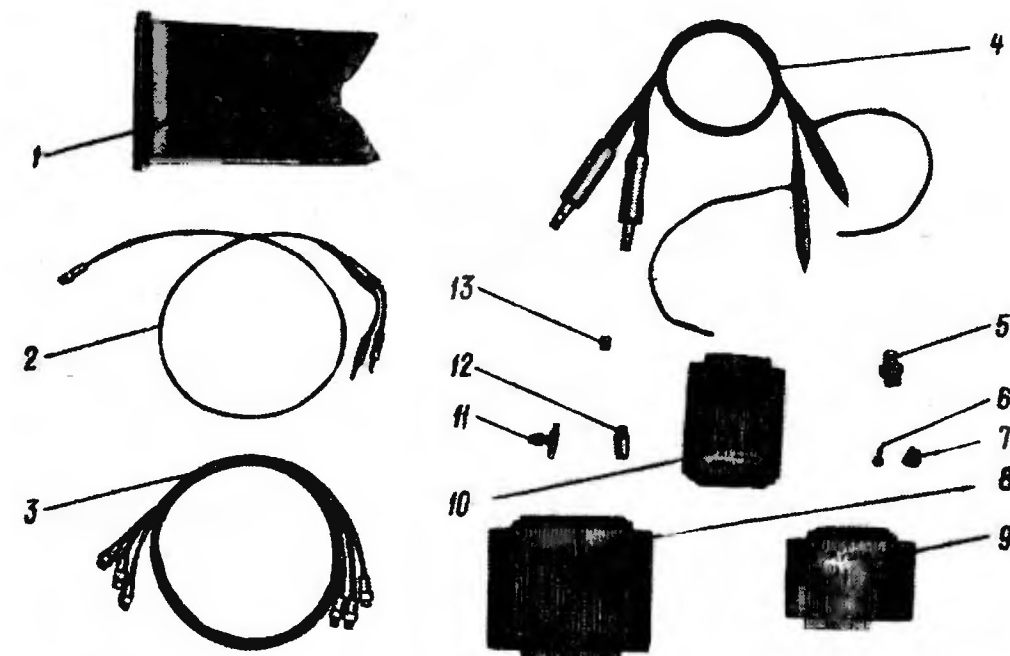


Рис. 2. Принадлежности к прибору:

1 - тубус; 2 - кабель; 3 - кабель высокочастотный соединительный; 4 - выносной делитель I:10; 5 - переход П-3; 6 - контакт; 7 - корпус; 8, 9, 10 - плата; 11 - тройник СР-50-95П; 12 - заглушка; 13 - вставка плавкая ВПИ-1-2А 250 В

4. УСТРОЙСТВО И РАБОТА ПРИБОРА И ЕГО СОСТАВНЫХ ЧАСТЕЙ

4.1. Принцип действия

4.1.1. В структурную схему прибора (рис.3) входят следующие элементы:

а) два усилителя У, состоящие из предварительных усилителей У1 и У2, линий задержки и оконечных усилителей У1 и У2.

Предварительные усилители У1 и У2 обеспечивают воспроизведение исследуемых сигналов и их измерение методом калиброванной шкалы и состоят из следующих элементов:

входных делителей, которые служат для ослабления исследуемых сигналов в 10 и 100 раз;

предусилителей, предназначенных для получения большого входного сопротивления, малой входной емкости, паразитного выхода, предварительного усиления и размещения всех органов регулирования по каждому каналу;

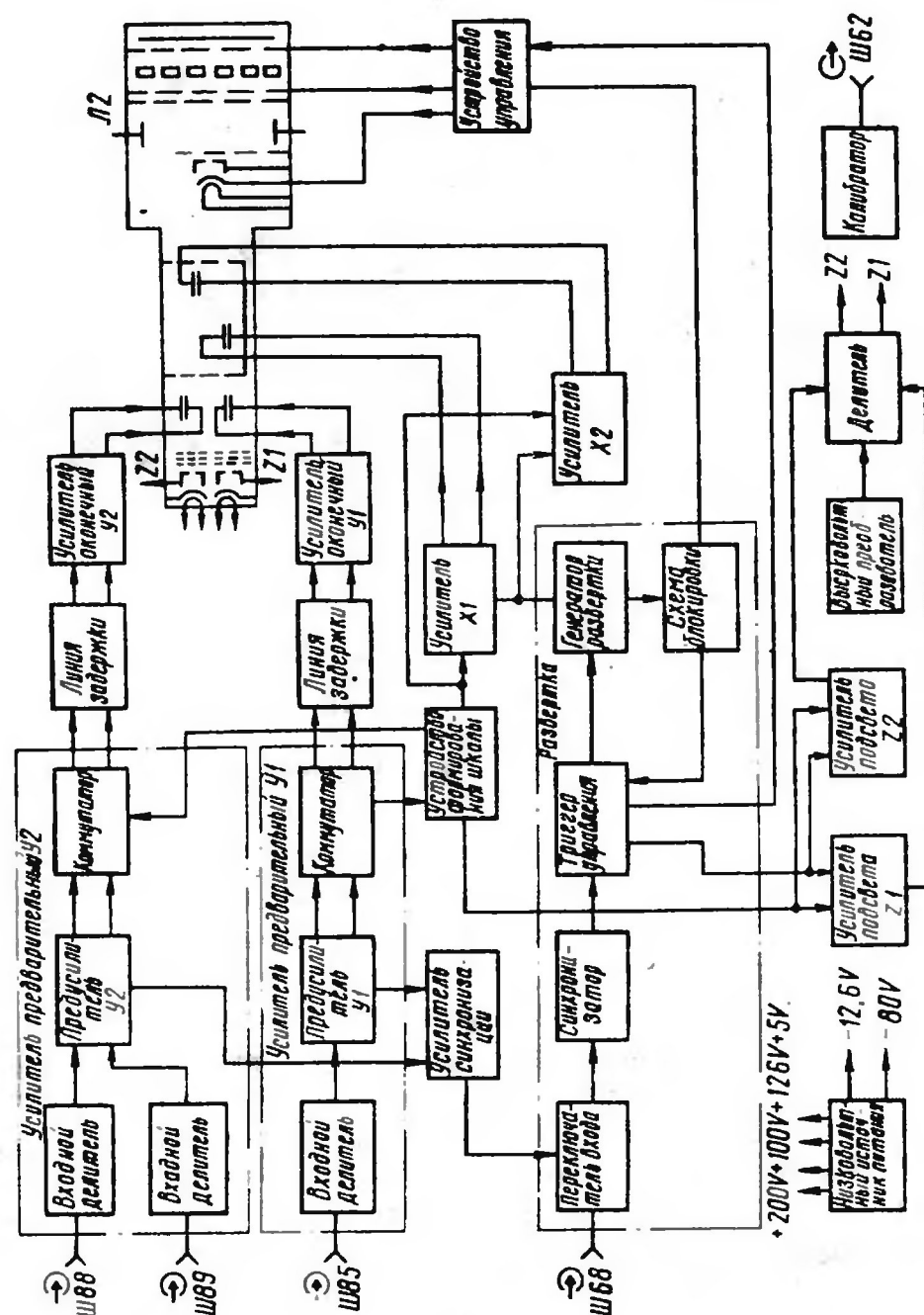


Рис. 3. Схема структурная прибора

коммутаторов, через которые в оконечные усилители У через линии задержки поступает исследуемый сигнал и сигнал ступенчатой формы с устройства формирования шкалы. Режим работы коммутаторов обеспечивает одновременное наблюдение изображения исследуемого сигнала и шкалы.

Изменением коэффициента усиления предусилителей и входными делителями обеспечиваются калиброванные коэффициенты отклонения от 0,001 до 5 В/ДЕЛ. В предварительном усилителе У1 предусмотрена возможность изменения полярности изображения сигнала на экране ЭЛТ, для чего установлен переключатель полярности. В отличие от предварительного усилителя У1 предварительный усилитель У2 является дифференциальным, на каждом из его входов установлены входные делители.

В основной части, за исключением указанных особенностей, принципиальные схемы усилителей У1 и У2 одинаковы.

Линии задержки обеспечивают наблюдение начала исследуемого сигнала на линейном участке быстрых разверток.

Оконечные усилители У1 и У2 предназначены для усиления напряжения исследуемых сигналов до величины, обеспечивающей достаточное для наблюдения изображение сигнала на экране ЭЛТ;

б) развертка, предназначенная для соединений временной развертки на экране ЭЛТ синхронно с исследуемым сигналом, состоит из следующих элементов:

переключателя входа, обеспечивающего выбор вида синхронизации (от сети питания, внешним или исследуемым сигналом) и делителя входа (1:1 и 1:10);

синхронизатора, предназначенного для формирования запускающих импульсов одной полярности и постоянной амплитуды из сигналов любой формы и полярности;

триггера управления, формирующего управляющие импульсы для запуска генератора развертки;

генератора развертки, предназначенного для формирования пилообразного напряжения временной развертки;

схемы блокировки;

в) усилители Х1 и Х2, обеспечивающие усиление пилообразного напряжения развертки и ступенчатого сигнала шкалы до требуемой амплитуды. В усилителях Х1 и Х2 установлены коммутаторы, через которые в эти усилители поступают сигнал пилообразной формы развертки и сигнал ступенчатой формы с устройства формирования шкалы. Режим работы коммутаторов обеспечивает одновременное наблюдение развертки и шкалы;

г) усилитель синхронизации, который состоит из коммутатора и усилителя. Коммутатор позволяет отбирать сигнал синхронизации с предварительного усилителя У1 или У2. Управляется коммутатор от

переключателя входа синхронизатора развертки. Усилитель синхронизации обеспечивает усиление сигналов внутренней синхронизации до величины, необходимой для нормальной работы синхронизатора развертки;

д) устройство формирования шкалы, формирующее необходимые сигналы для получения на экране ЭЛТ изображения шкалы;

е) электроннолучевой индикатор Л2, позволяющий наблюдать изображение сигнала как путем запоминания, так и путем обычного осциллографирования. Индикатор выполнен на бистабильной двухлучевой запоминающей ЭЛТ 13ЛН8;

ж) устройство управления, предназначенное как для получения запоминающих режимов прибора, так и режимов без запоминания для ручного и автоматического стирания изображения и автоматической подготовки развертки к запуску;

з) усилители подсвета $2I$ и 22 , формирующие положительные импульсы подсвета лучей I и 2 ЭЛТ. Усилители подсвета используются как для подсвета линии развертки, так и для формирования импульсов подсвета шкалы. По схемному и конструктивному выполнению усилители подсвета $2I$ и 22 одинаковы;

и) делитель, который обеспечивает передачу импульсов подсвета на модуляторы ЭЛТ, а также задает необходимый режим питания ЭЛТ;

к) калибратор, который выдает калибрационные импульсы прямоугольной формы положительной полярности амплитудой $0,6$ В и частотой следования 1 кГц или постоянное напряжение $0,6$ В. Калибратор позволяет калибровать коэффициенты отклонения и коэффициенты развертки;

л) низковольтный источник питания, предназначенный для обеспечения электропитанием всех функциональных устройств и выдающий стабилизированные постоянные напряжения величиной 200 ; 100 ; $12,6$; 5 ; минус $12,6$; минус 80 В;

м) высоковольтный преобразователь, который обеспечивает питание электродов ЭЛТ. Он выдает стабилизированные постоянные напряжения величиной 3000 и минус 2700 В.

4.1.2. Структурная схема усилителей Y представлена на рис.4.

Исследуемые сигналы через переключатели открытого и закрытого входов поступают на входные делители, которые ослабляют сигнал в 1 ; 10 или 100 раз. С выходных делителей сигналы поступают на истоковые повторители. Истоковые повторители позволяют получить входное сопротивление 1 МОм и малую емкость. Ток истоковых повторителей предварительного усилителя $Y2$ задается токозадающими каскадами, что расширяет динамический диапазон при использовании усилителя $Y2$ в дифференциальном режиме.

С истоковых повторителей сигнал поступает на фазоинверсный каскад, усиление которого изменяется ступенчато переключением кол-

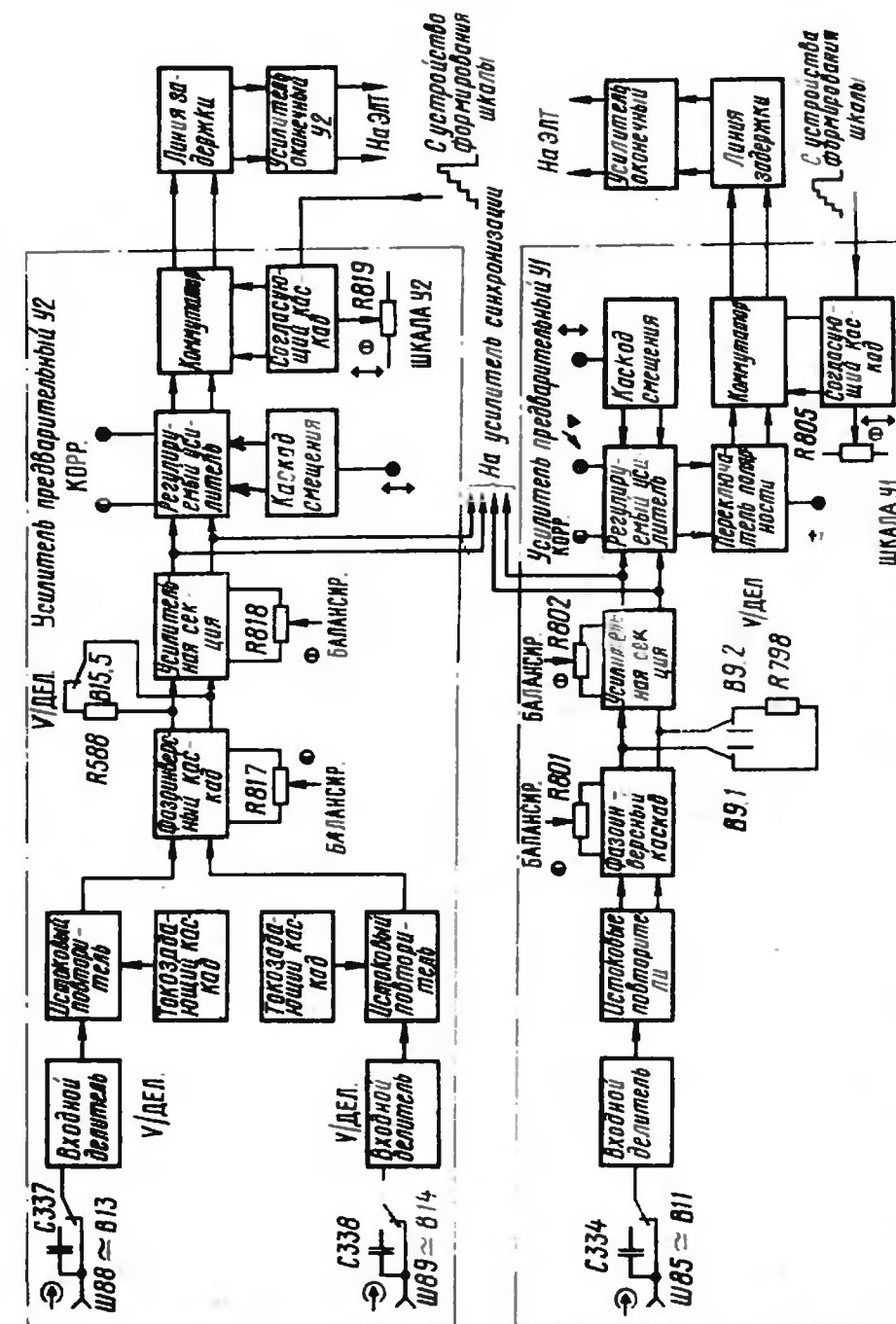


Рис. 4. Схема структурная тракта вертикального отклонения

лекторной нагрузки. Переключение нагрузки производится с помощью переключателя V/ДЕЛ.

Для устранения скачка луча при переключении коэффициентов отклонения производится балансировка фазоинверсного каскада при помощи резисторов R801, R817 (БАЛАНСИР.) по соответствующему усилителю.

С фазоинверсных каскадов сигналы по каждому усилителю поступают на усилительные секции, которые представляют собой двухкаскадные усилители, охваченные общей обратной связью по напряжению. В усилительных секциях предусмотрено выравнивание напряжений по плечам при помощи органов регулирования БАЛАНСИР, выведенных с левой стороны прибора под шлиц через отверстия в обшивке.

Сигналы каждого усилителя с выхода усилительных секций поступают на усилитель синхронизации и на соответствующие регулируемые усилители. Усиление этих каскадов регулируется изменением обратной связи в цепи эмиттера. Изменением усиления этих каскадов производится плавное регулирование коэффициентов отклонения не менее чем в 2,5 раза и установка калиброванных коэффициентов отклонения. Для каскадов с регулируемым усилением токозадающими являются каскады смещения, в которых для смещения луча производится перераспределение токов по плечам.

Сигналы предварительного усилителя У2 с регулируемого усилителя непосредственно поступают на коммутатор, а предварительного усилителя У1 - через электронный переключатель полярности.

На коммутатор поступают также через согласующий каскад сигналы ступенчатой формы с устройства формирования шкалы. Согласующий каскад служит для получения симметричного выхода по сигналам шкалы, регулирования размеров шкалы по вертикали и смещения шкалы по вертикали.

Коммутаторы управляются таким образом, что сигнал шкалы поступает только на один усилитель У. Оператор устанавливает при помощи переключателя ШКАЛА У2, У1 воспроизведение шкалы по тому лучу и, соответственно, усилителю У, по которому необходимо получить более высокую точность измерения параметров исследуемых сигналов.

Работающий коммутатор поочередно переключает сигналы шкалы и исследуемые сигналы, которые поочередно поступают на линию задержки с его выхода.

Неработающий коммутатор пропускает на линию задержки только исследуемые сигналы. Время задержки линии по каждому усилителю U составляет 200 нс.

С линией задержки сигналы поступают на оконечные усилители, которые представляют собой трехкаскадные усилители.

4.1.3. Структурная схема развертки представлена на рис.5.

Запускающий сигнал через переключатель входа и переключатель В4.2 поступает на синхронизатор, состоящий из истокового повтори-

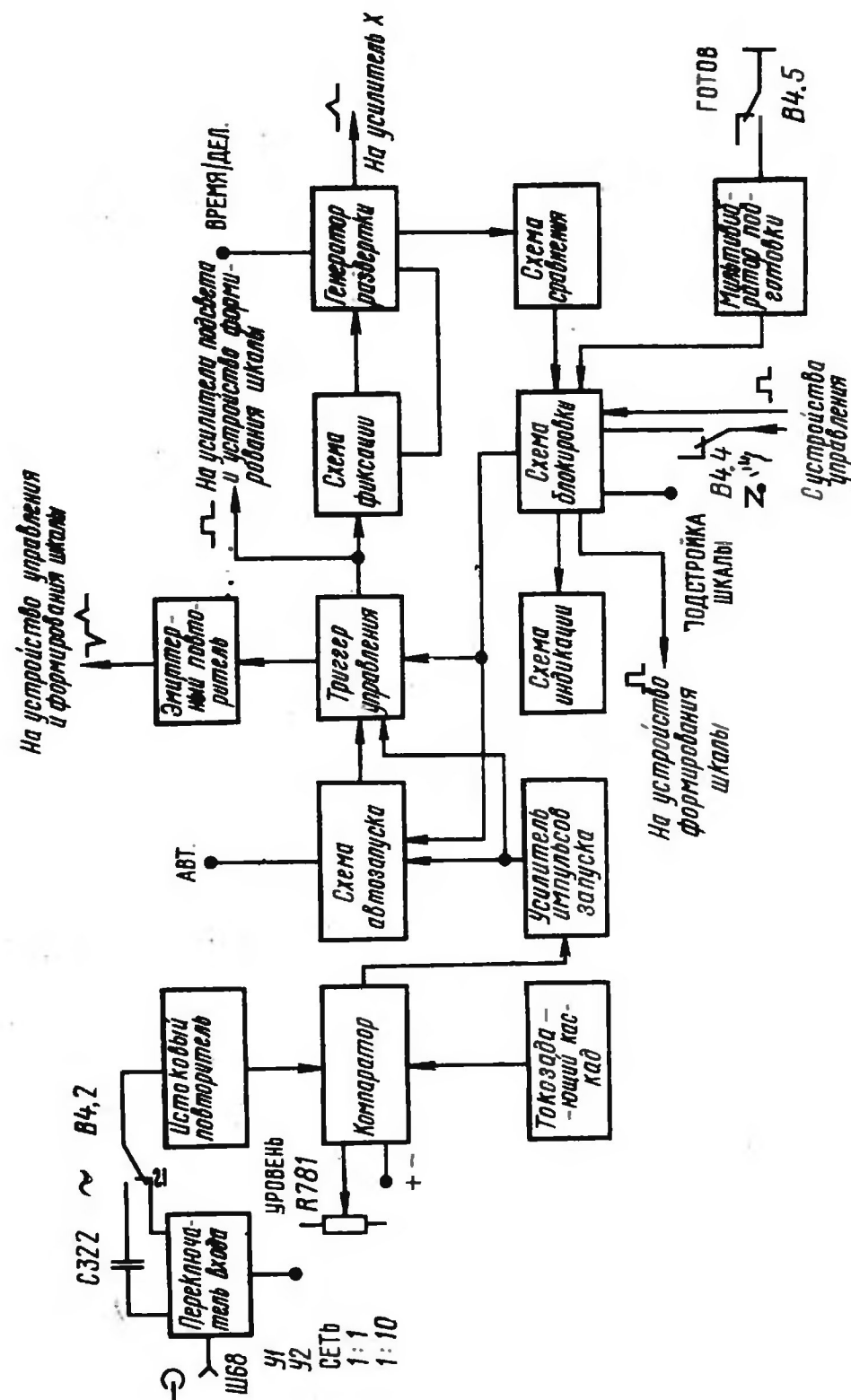


Рис. 5. Схема структурная развертка

теля, компаратора, токозадающего каскада и усилителя импульсов запуска. Переключатель входа позволяет выбрать запуск от усилителей У1 и У2 при внутренней синхронизации, от сети питания или от внешнего сигнала с коэффициентом передачи 1 или 0,1. Переключатель В4.2 позволяет установить открытый или закрытый вход по сигналу синхронизации.

Истоковый повторитель служит для получения большого входного сопротивления — порядка 0,5 МОм. С истокового повторителя запускающий сигнал поступает на компаратор, который формирует крутые перепады напряжения в соответствии с установленным уровнем запуска и полярностью сигнала. Уровень запуска выбирается переменным резистором R781 УРОВЕНЬ. Полярность сигнала синхронизации выбирается переключателем + -.

Токозадающий каскад устраняет перегрузку туннельного диода синхронизатора при больших амплитудах сигнала запуска. Крутые перепады напряжения, формируемые компаратором, после дифференцирования усиливаются усилителем импульсов запуска до необходимой амплитуды. Импульсы запуска поступают на запуск триггера управления и на схему автозапуска для ее выключения.

Если развертка устанавливается в режим автозапуска, то триггер управления запускается от схемы автозапуска.

Триггер управления формирует управляющие генератором развертки положительные импульсы, которые поступают на генератор развертки через схему фиксации.

С триггера управления положительные импульсы подаются на усилитель подсвета и на устройство формирования шкалы.

После дифференцирования отрицательных импульсов триггера управления отрицательные и положительные импульсы через эмиттерный повторитель подаются на устройство управления и формирования шкалы.

Схема фиксации поддерживает неизменным установленный уровень на выходе генератора развертки во время ожидания и подготовки к запуску. Схема фиксации соединяет выход генератора развертки со входом, образуя петлю глубокой обратной отрицательной связи.

После запуска триггера управления его положительные импульсы, инвертированные схемой фиксации, запирают ключевые диоды генератора развертки, петля обратной связи разрывается, и генератор формирует пилообразное напряжение. Изменение скорости развертки производится ступенчатым переключением времязадающих элементов переключателем ВРЕМЯ/ДЕЛ.

С генератора развертки пилообразное напряжение подается на усилители Х и на схему сравнения. Схема сравнения формирует управляющие импульсы в момент достижения пилообразным напряжением амплитуды 8-9 В. От импульсов схемы сравнения срабатывает схема

блокировки, которая приводит триггер управления в исходное состояние и блокирует его от повторного запуска на время, достаточное для разряда времязадающих конденсаторов генератора развертки.

Формирование пилообразного напряжения прекращается как только триггер управления возвращается в исходное состояние.

Схема блокировки позволяет получить ждущий и однократный режимы запуска развертки при помощи переключателя В4.4 Z и .

Схема блокировки в ждущем режиме представляет собой два ждущих мультивибратора с запуском второго мультивибратора от первого. Триггер управления блокируется от запуска на время формирования импульсов как первым, так и вторым мультивибратором.

Длительность импульсов, формируемых первым мультивибратором, может изменяться в широких пределах при помощи ручки ПОДСТРОЙКА ШКАЛЫ. Это позволяет получить непрерывное изображение шкалы на экране ЭЛТ при изменении частоты следования исследуемых сигналов от десятков Герц до 1 МГц и кроме того улучшить синхронизацию. Вторым мультивибратором формируются импульсы постоянной длительности. Эти импульсы подаются в устройство формирования шкалы для включения режима воспроизведения шкалы, которая формируется во время блокировки развертки.

В однократном режиме первый мультивибратор переключается в триггерный режим. При этом для подготовки развертки к запуску необходимо триггер блокировки привести в исходное состояние, запуская мультивибратор подготовки с помощью кнопки ГОТОВ. Мультивибратор подготовки позволяет получить только один запуск развертки в однократном режиме. Для световой индикации готовности развертки к запуску в однократном режиме служит схема индикации.

При включении автостирания производится автоматическая подготовка развертки к запуску, для чего на схему блокировки поступают положительные импульсы с устройства управления.

При включении режима запоминания схема блокировки устанавливается в режим однократного запуска при любом положении переключателя В4, для чего устройство управления снимает с переключателя В4.4 напряжение минус 12 В. При включении режима обычного осциллографирования на переключатель В4.4 с устройства управления подается напряжение минус 12 В.

4.1.4. Структурная схема устройства управления представлена на рис.6.

Устройство управления обеспечивает следующие режимы работы прибора:

- режим без запоминания;
- режим без запоминания с усилением яркости изображения;
- режим запоминания;
- режим запоминания с увеличением скорости записи (форсированный режим запоминания);

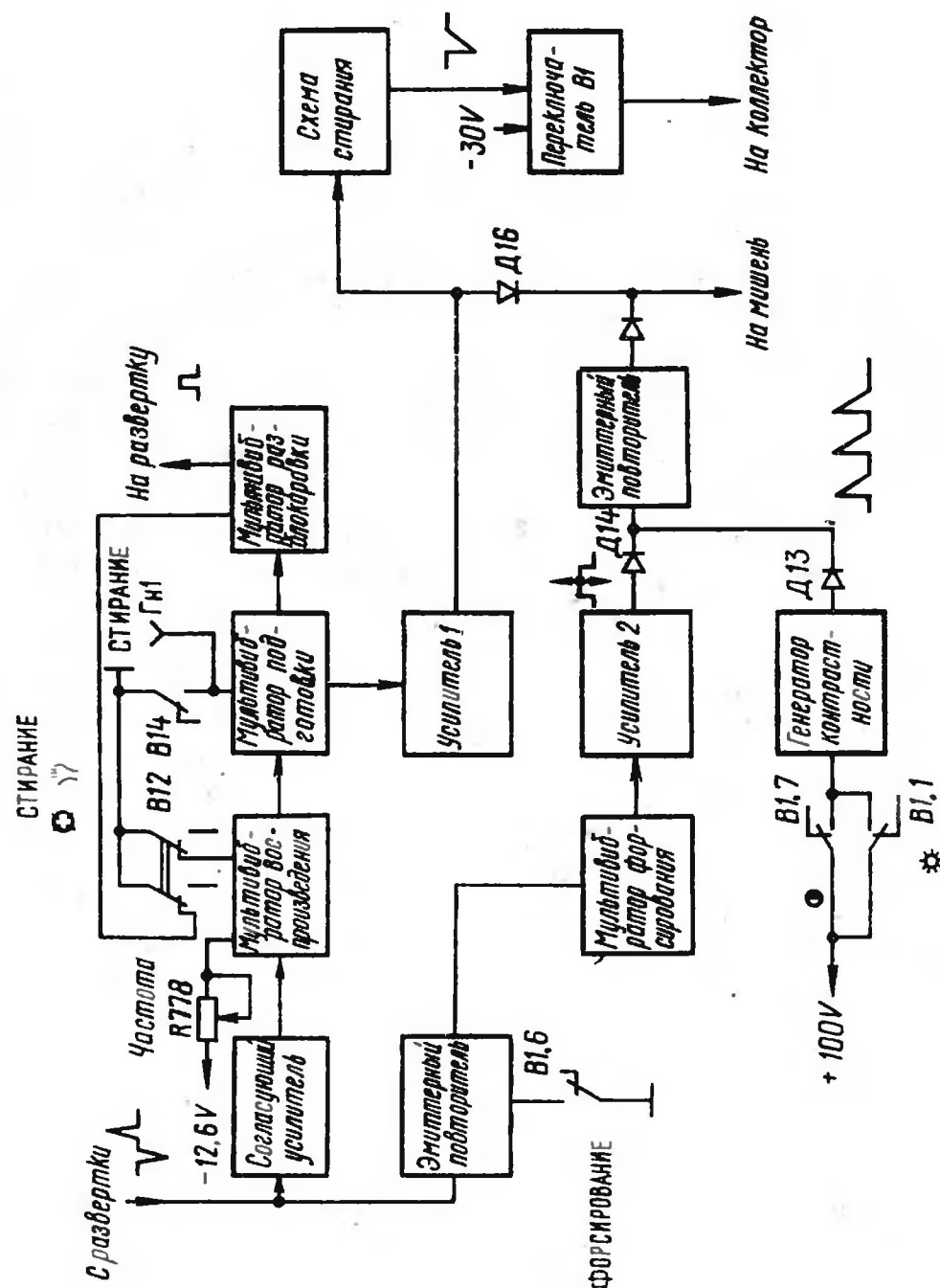


Рис. 6. Схема структурная устройства управления

режим увеличения контрастности изображения по отношению к фону при запоминании;

режим накопления;

режим автоматического стирания и подготовки к записи.

Рассмотрим работу схемы управления в разных режимах работы прибора, которые устанавливаются переключателем режима VI.

Режим работы без запоминания осуществляется нажатием кнопки БЕЗ ЗАПОМИНАНИЯ переключателя VI.3. В этом режиме воспроизводящий прожектор заперт, т.к. его катод подключается к корпусу прибора. На коллекторе ЭЛТ устанавливается потенциал минус 50 В, а на мишени минус 52 В. ЭЛТ работает в обычном осциллографическом режиме.

Режим без запоминания с усилением яркости осуществляется нажатием кнопки ЯРКО переключателя VI.1. На катоде воспроизводящего прожектора через переключатель VI.3 задается потенциал минус 80 В и воспроизводящий прожектор включается. На остальных электродах ЭЛТ сохраняется такой же режим, как и при режиме без запоминания. В этом режиме включается генератор контрастности, для чего через переключатель VI.1 на него подается питающее напряжение плюс 100 В. С выхода генератора контрастности импульсы положительной полярности через диод Д13, эмиттерный повторитель, диод Д15 поступают на мишень. Амплитуда импульсов 25 ± 10 В, длительность на уровне 0,5 не менее 100 мкс и период следования порядка 12 мс. В этом режиме потенциал коллектора ниже потенциала, необходимого для запоминания сигнала, и образующийся на диэлектрике потенциальный рельеф при воздействии записывающего луча не сохраняется. Образованный потенциальный рельеф на мишени исчезает с некоторой инерционностью. Возбуждение люминофора вызывается помимо записывающего луча электронами воспроизводящего прожектора из-за чего время возбуждения люминофора возрастает, яркость изображения увеличивается.

Подаваемые на мишень положительные импульсы уменьшают яркость фона экрана ЭЛТ, контрастность изображения увеличивается.

В режиме с эффектом увеличения яркости получается достаточно яркое изображение сигналов на низких частотах следования 10 Гц на самых быстрых скоростях развертки.

Режим запоминания осуществляется нажатием кнопки . На коллекторе ЭЛТ устанавливается потенциал, соответствующий паспортному значению при запоминании. На остальных электродах сохраняется такой же режим работы, как и в режиме без запоминания с увеличением яркости изображения. Предусмотрено стирание изображения. Предусмотрено стирание изображения сигналов с предварительным повышением потенциала диэлектрика мишени до потенциала коллектора. При ручном стирании при кратковременном нажатии кнопки СТИРАНИЕ переключателя VI.4 мультивибратор подготовки запускается.

Усиленные до амплитуды не менее 100 В, положительные импульсы с усилителя I через диод Д16 подаются на мишень. Длительность импульсов не менее 30 мс, длительность фронта не более 1 мс. Предварительное повышение потенциала диэлектрика мишени обеспечивает хорошее выравнивание потенциала мишени и способствует повышению скорости записи. От среза импульсов подготовки запускается схема стирания, которая обеспечивает быстрое понижение потенциала коллектора до потенциала катода воспроизводящего прожектора и последующее его повышение до прежнего значения. Таким образом, на коллекторе ЭЛТ формируются отрицательные стирающие импульсы необходимой формы.

Режим автоматического стирания изображения сигнала и подготовки развертки к последующему запуску осуществляется нажатием кнопки **СТИРАНИЕ**  переключателя В1.2, в результате чего с мультивибраторов воспроизведения и разблокировки снимается блокировка.

Положительные импульсы конца развертки через согласующий усилитель запускают мультивибратор воспроизведения, который обеспечивает воспроизведение записанного сигнала на время в пределах не менее 1-5 с и последующий запуск мультивибратора подготовки.

Время воспроизведения регулируется ручкой **ЧАСТОТА**, установленной на передней панели прибора. От среза импульсов подготовки запускается мультивибратор разблокировки, который формирует положительные импульсы длительностью не менее 0,5 с. От среза этих импульсов происходит подготовка развертки к последующему запуску. При включении режима с запоминанием развертка автоматически переключается в режим однократного запуска. Длительность импульсов мультивибратора разблокировки выбрана такой величины, что подготовка развертки к последующему запуску происходит после установления напряжения на коллекторе при стирании изображения сигнала. Предусмотрена возможность дистанционного стирания путем закорачивания гнезда Гн1 на корпус прибора.

В режиме запоминания можно получить увеличение контрастности изображения сигнала, нажав кнопку переключателя В1.7 . При этом на генератор контрастности подается питающее напряжение плюс 100 В.

Форсированный режим запоминания осуществляется нажатием кнопки переключателя В1.6 **ФОРСИР**. Режим питания ЭЛТ при этом останется таким же, как и в режиме запоминания, за исключением формирования и подачи на мишень импульсов формирования при записи сигналов.

При записи сигналов в форсированном режиме запоминания одновременно с прямым ходом развертки устройство управления вырабатывает положительные импульсы, которые подаются на мишень. Амплитуда импульсов форсирования регулируется в пределах 10-45 В и устанавливается под каждый экземпляр ЭЛТ. Длительность импульсов не

менее 8 мс, длительность фронта не более 10 мкс. Эти положительные импульсы предварительно повышают потенциал диэлектрика мишени, но ниже первого критического потенциала, когда коэффициент вторичной эмиссии с поверхности мишени еще меньше единицы. Дальнейшее повышение потенциала мишени электронным пучком записывающего прожектора до уровня, обеспечивающего запоминание, может происходить уже при более кратковременном воздействии записывающего пучка, так как потенциальный рельеф при этом требуется повышать на меньшую величину.

При включении форсированного режима запоминания через переключатель В1.6 подключается корпус прибора к эмиттерному повторителю. Отрицательные импульсы, совпадающие с началом развертки, через повторитель могут поступать на запуск мультивибратора форсирования. Мультивибратор вырабатывает импульсы необходимой длительности, которые усиливаются усилителем 2 до нужной амплитуды. С выхода усилителя 2 положительные импульсы форсирования через диод Д14, эмиттерный повторитель, диод Д15 поступают на мишень. Как и в режиме запоминания, в форсированном режиме запоминания можно получить увеличение контрастности изображения сигнала, нажав кнопку  переключателя В1.7.

Режим накопления осуществляется одновременным нажатием кнопок переключателей В1.3 - **БЕЗ ЗАПОМИНАНИЯ** и В1.5 - .

При этом воспроизводящий прожектор запирается, но на коллекторе сохраняется такое же напряжение, как и в режиме запоминания. Если при накоплении луч будет несколько раз пробегать по одному и тому же следу на мишени, то потенциал этого следа будет расти и может превысить первый критический потенциал. При последующем нажатии кнопки  включится воспроизводящий прожектор, и такой сигнал будет записан и отобразится на экране ЭЛТ. Методом накопления можно записывать быстрые сигналы с эквивалентной скоростью, превосходящей номинальную скорость записи на порядок и выше.

При накоплении развертку можно установить в ждущий или однократный режим запуска переключателем В4.4, нажав кнопку **Z**  или соответственно. Через переключатель В4.4 на развертку в этом случае подается напряжение минус 12 В с устройства управления.

4.1.5. Структурная схема устройства формирования шкалы представлена на рис.7.

Устройство формирования шкалы содержит тактовый генератор, счетчик перемещения луча по горизонтали - счетчик 1, счетчик перемещения луча по вертикали - счетчик 2, ЦАП координат X-ЦАП-X, ЦАП координат Y-ЦАП-Y, схему логики подсвета, схему подсвета, схему управления.

Тактовый генератор формирует тактовые импульсы в режиме изображения шкалы. Эти импульсы поступают на шестизначный двоичный

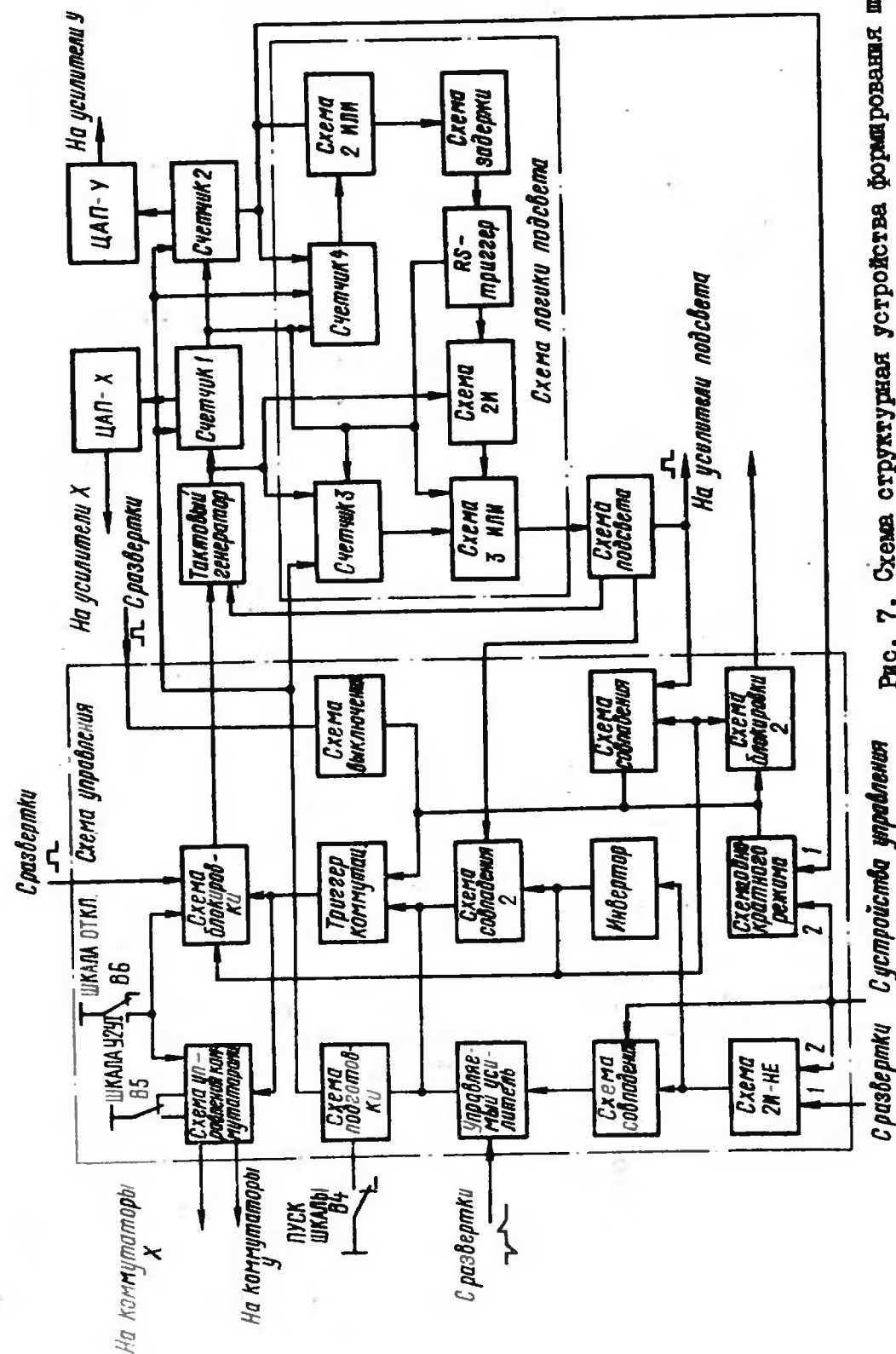


Рис. 7. Схема структурная устройства формирования шкалы

счетчик I, выполненный на триггерах. Выходы всех триггеров счетчика I подключены к ЦАП-Х, который формирует строчное напряжение ступенчатой формы с постоянным шагом по амплитуде. Это напряжение подается на усилители Х. Импульсы с выхода счетчика I поступают на вход пятиразрядного двоичного счетчика 2. Выходы всех триггеров счетчика 2 подключены к ЦАП-У, который формирует кадровое напряжение ступенчатой формы с постоянным шагом по амплитуде. Это напряжение подается на усилители У. Строчное и кадровое напряжения формируют на экране растр, состоящий из 31 горизонтальной строки. Если полностью подсветить каждую строку, то строка будет состоять из 51 точки. Для того, чтобы на экране ЭЛТ получить изображение координатной сетки шкалы, введена схема логики подсвета. Эта схема вызывает подсвет не всех дискретных положений луча на экране ЭЛТ, а только тех, которые соответствуют координатной сетке шкалы.

Схема логики подсвета обеспечивает изображение всей координатной сетки шкалы за время одного кадра.

Схема логики подсвета содержит счетчик малых делений шкалы по горизонтали - счетчик 3, счетчик малых делений шкалы по вертикали - счетчик 4, двухходовую схему ИЛИ, схему задержки, RS-триггер, двухходовую схему И, трехходовую схему ИЛИ.

Рассмотрим работу схемы логики подсвета.

Для формирования горизонтальных линий шкалы, которая состоит из шести делений по вертикали, производится подсвет всех точек только в семи строках - I; 6; II; I6; 21; 26 и 31. Подсвет каждой пятой строки вызывается счетчиком 4, коэффициент пересчета которого равен 5 (числу малых делений шкалы по вертикали). Подсвет первой горизонтальной строки вызывается импульсами конца кадра с выхода счетчика 2. Импульсы счетчиков 2 и 4 проходят через двухходовую схему ИЛИ, далее через схему задержки и поступают на установочный вход S-, RS-триггера.

На вход RS-триггера поступают импульсы с выхода счетчика I. Так как импульсы на входе появляются с задержкой относительно импульсов на входе RS, то после их воздействия на выходе RS-триггера, который соединен с одним из входов двухходовой схемы И, устанавливается напряжение, соответствующее логической 1. При этом через схему 2И проходят все импульсы тактового генератора, выход которого соединен со вторым входом схемы 2И. Далее эти импульсы поступают через трехходовую схему 3 ИЛИ на схему подсвета, вызывая подсвет всех точек в соответствующих строках.

Чтобы счетчик 4 начинал счет малых делений шкалы по вертикали с началом каждого кадра, производится его установка в нулевое состояние в конце каждого кадра импульсами с выхода счетчика 2. Импульсы конца каждой строки с выхода счетчика I устанавливают RS-триггер в нулевое состояние, за исключением предшествующих вы-

шеуказанным подсвечиваемым строкам. При логическом 0 на выходе RS-триггера схема 2И импульсы тактового генератора не пропускает, и через трехходовую схему 3 ИЛИ проходят только импульсы с выхода счетчика 3. Счетчик 3 вызывает подсвет каждой 5-й точки во всех строках, которые и образуют вертикальные линии шкалы. Коэффициент пересчета счетчика 3 равен 5 (числу малых делений шкалы по горизонтали). Подсвет первой вертикальной линии шкалы вызывается импульсами конца строк с выхода счетчика 1, которые поступают на один из входов трехходовой схемы 3 ИЛИ. Чтобы счетчик 3 начинал счет малых делений шкалы по горизонтали с началом каждой строки, производится его установка в нулевое состояние импульсами конца строки с выхода счетчика 1.

Со схемы логики подсвета импульсы подаются на вход схемы подсвета. Схема подсвета выдает на усилитель подсвета задержанные на время установления напряжений на выходе цифроаналоговых преобразователей и усилителей X и Y импульсы подсвета координатных точек шкалы.

Схема управления обеспечивает поочередную и прерывистую коммутацию сигналов шкалы, развертки и исследуемых сигналов, а также однократный режим работы устройства формирования шкалы.

Схема управления переключает устройство формирования шкалы в однократный режим работы при включении запоминания или при включении однократного запуска развертки. При остальных режимах работы прибора схема управления обеспечивает поочередную коммутацию на всех скоростях развертки кроме диапазона 20-1000 мс/ДЕЛ. При скоростях развертки 20-1000 мс/ДЕЛ включается прерывистая коммутация сигналов шкалы, развертки и исследуемых сигналов.

Рассмотрим работу схемы управления при поочередной коммутации. В этом режиме включение шкалы происходит от конца развертки, а выключение - от конца времени блокировки, т.е. шкала формируется во время олокировки развертки. На всех скоростях развертки кроме диапазона 20-1000 мс/ДЕЛ на одном из входов схемы 2И-НЕ с развертки задается логический 0. На втором входе схемы 2И-НЕ в этом режиме задается логическая 1 с устройства управления осциллографа.

На двух входах схемы совпадения 1 задаются одинаковые уровни: логическая 1, а логический 0 на ее выходе разблокирует управляемый усилитель. Управляемый усилитель усиливает и инвертирует положительные импульсы конца развертки, которые переключают триггер коммутации в состояние воспроизведения шкалы. Триггер коммутации через схему блокировки разблокирует тактовый генератор, генератор включается, и начинается формирование сигналов шкалы.

Триггер коммутации через схему управления коммутаторами устанавливает коммутаторы в состояние воспроизведения шкалы. В зависи-

мости от положения переключателя В5 ШКАЛА У2, У1 шкала воспроизводится только одним из лучей ЭЛТ по выбору оператора. Тактовый генератор работает с переменной частотой и формирует прямоугольные импульсы отрицательной полярности разной длительности. Если на схему подсвета поступают со схемы логики подсвета импульсы, то схема подсвета вызывает удлинение импульсов тактового генератора. Длительность отрицательных импульсов тактового генератора в этом случае больше длительности задержки и длительности импульсов подсвета шкалы схемы подсвета. В исходном режиме частота тактового генератора выбрана, исходя из быстродействия счетчиков. В конце времени блокировки со второго мультиплексатора блокировки развертки поступают положительные импульсы на схему выключения, которая производит переключение триггера коммутации в исходное состояние. Устройство формирования шкалы выключается, и коммутаторы переключаются на воспроизведение исследуемого сигнала.

При поочередной коммутации схемы совпадения 2 и 3 заблокированы уровнем логический 0 с инвертора, а схема однократного режима заблокирована уровнем логическая 1 с устройства управления. Схема блокировки 2 на работу усилителей подсвета не влияет.

Если развертка установлена в ждущий режим и не запускается, то можно получить на экране ЭЛТ изображение шкалы, нажав кнопку ПУСК ШКАЛЫ. В этом случае через схему подготовки произойдет переключение триггера коммутации на воспроизведение шкалы.

На скоростях развертки в диапазоне 20-1000 мс/ДЕЛ устройство формирования шкалы переключается в режим прерывистой коммутации, вследствие чего с развертки на входе схемы 2И-НЕ задается уровень логическая 1.

В этом режиме логический 0 с выхода схемы 2И-НЕ поступает на схему совпадения 1 и на инвертор. Уровень (логическая 1) на выходе схемы совпадения блокирует управляемый усилитель. Уровень (логическая 1) с выхода инвертора поступает на схемы совпадения 2 и 3, на схему блокировки тактового генератора и на схему блокировки 2. Схема блокировки тактового генератора отключает управление его блокировкой от триггера коммутации и подключает управление блокировкой тактового генератора с развертки. При поступлении с развертки положительных импульсов тактовый генератор разблокируется только на время прямого хода развертки.

Схема блокировки 2 блокирует усилители подсвета по входу подсвета развертки и разблокирует только на короткое время после поступления импульсов со схемы совпадения 3.

В режиме прерывистой коммутации триггер коммутации переключается на воспроизведение шкалы и обратно импульсами, поступающими со схемы подсвета через схемы совпадения 2 и 3. После переключения триггера коммутации на воспроизведение сигнала импульсы схемы сов-

падения 3, задержанные на время установления переходных процессов, вызывают кратковременную разблокировку усилителей подсвета, что приводит к подсвету линии развертки.

В режиме прерывистой коммутации длительность отрицательных импульсов тактового генератора увеличивается примерно в 2 раза по сравнению с длительностью в режиме поочередной коммутации. За время отрицательных импульсов тактового генератора происходит подсвет одной точки шкалы и части линии развертки.

Однократный режим работы устройства формирования шкалы включается по команде с устройства управления осциллографом, для чего на второй вход схемы 2И-НЕ задается логический 0.

В этом режиме разблокируется схема однократного режима и блокируется управляемый усилитель и схемы совпадения 2 и 3. Схема блокировки 2 на работу усилителей подсвета не влияет. Триггер коммутации переключается на воспроизведение шкалы сигналами со схемы подготовки при кратковременном нажатии кнопки ПУСК ШКАЛЫ. Схема подготовки вырабатывает отрицательный импульс для установки всех счетчиков в нулевое состояние и задержанный отрицательный импульс для переключения триггера коммутации. Триггер коммутации через схему блокировки разблокирует тактовый генератор и после воспроизведения шкалы импульсом конца кадра со счетчика 2, пройдя через схему однократного режима, производят переключение триггера коммутации на воспроизведение исследуемых сигналов. Схема однократного режима задерживает импульсы конца кадра на время, необходимое для подсвета первой точки шкалы.

При каждом нажатии кнопки ПУСК ШКАЛЫ происходит однократное воспроизведение шкалы. Предусмотрено выключение шкалы при помощи переключателя В6 ШКАЛА ОТКЛ.

При выключении шкалы коммутаторы X и Y принудительно устанавливаются в состояние воспроизведения сигнала, тактовый генератор блокируется, и исключается влияние схемы блокировки 2 на усилители подсвета.

4.1.6. Структурная схема низковольтного источника питания представлена на рис.8.

Низковольтный источник питания обеспечивает постоянным и переменным напряжением функциональные устройства осциллографа при включении его в сеть питания с напряжением 220 В, частотой 50 Гц.

В табл.2 приведены технические данные отдельных источников питания.

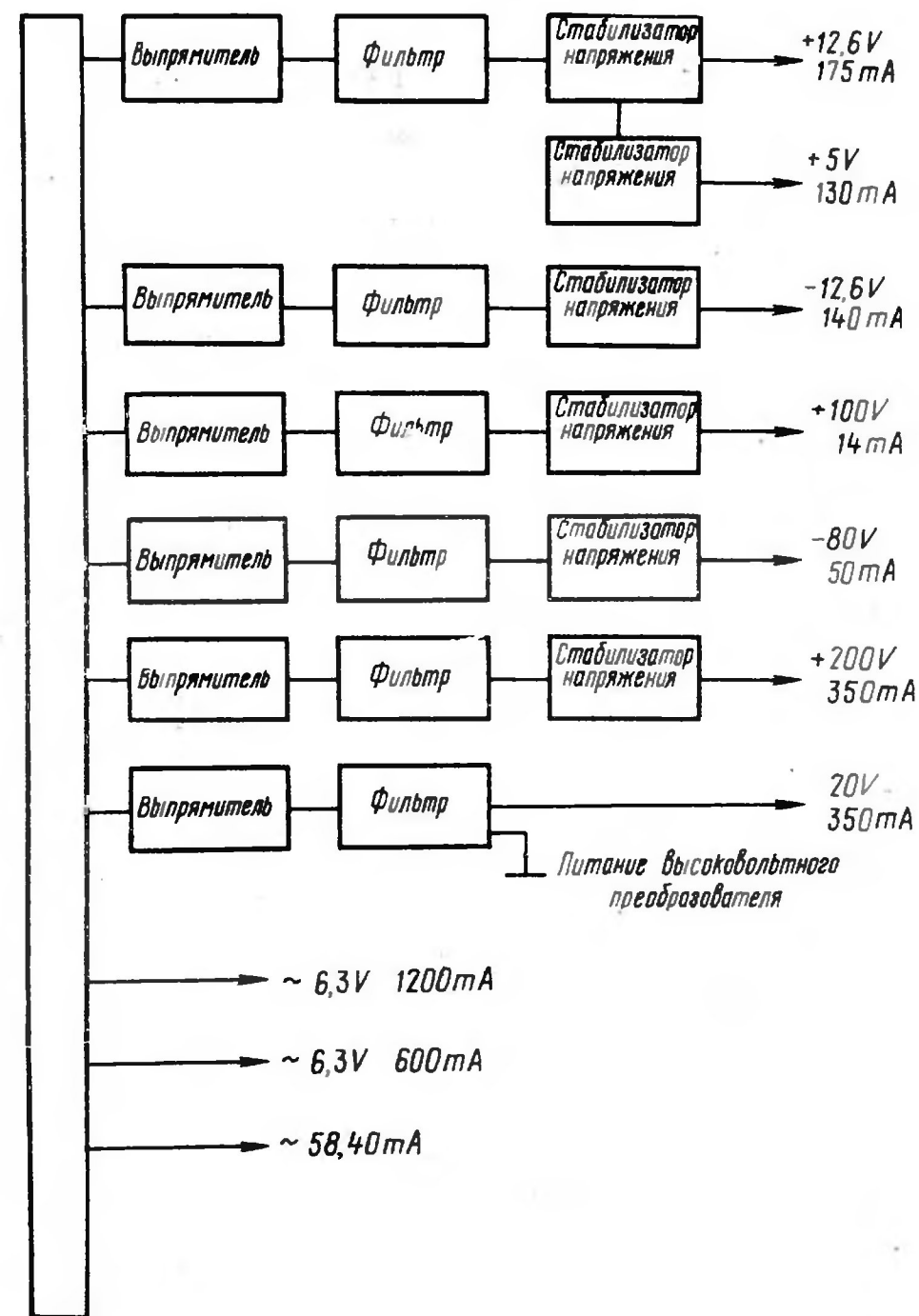


Рис. 8. Схема структурная низковольтного источника питания

Таблица 2

Выходное напряжение, В	Ток нагрузки, мА	Напряжение пульсации (от пика до пика), мВ, не более	Нестабильность выходного напряжения от изменения напряжения сети питания $\pm 10\%$, %, не более
12,6	175	3	I
-12,6	140	3	I
5	130	3	0,5
100	14	10	I
-80	50	8	0,5
200	60	20	I
20	350	2500	-
$\sim 6,3$	1200	-	-
$\sim 6,3$	600	-	-
~ 5	40	-	-

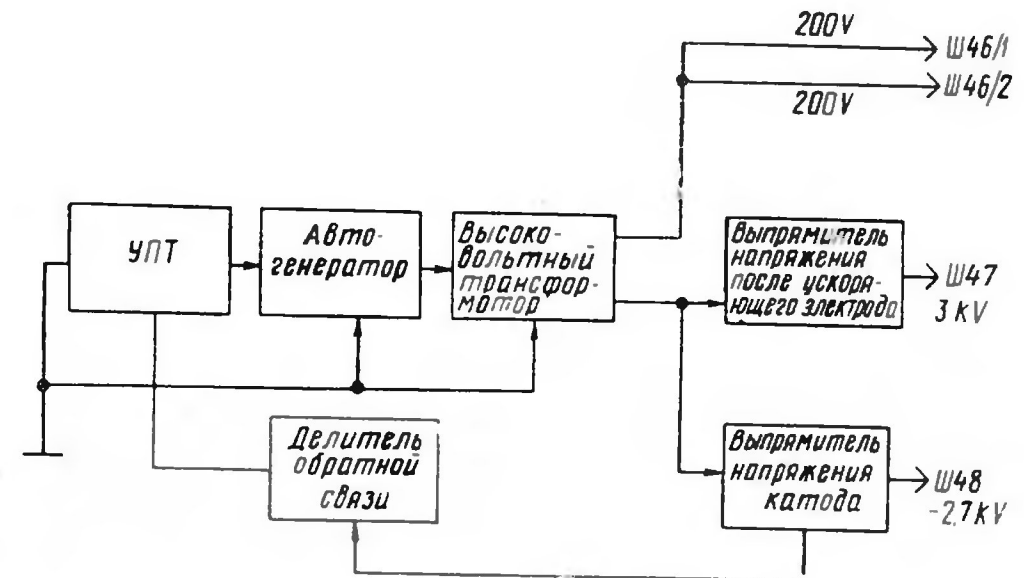


Рис. 9. Схема структурная высоковольтного преобразователя

4.2. Схема электрическая принципиальная

4.2.1. Схема электрическая принципиальная усилителей У представлена в приложении 6.

Входные делители каждого предварительного усилителя содержат по две частотно-компенсированные делительные ячейки с коэффициентами передачи 0,1 и 0,01. При любом коэффициенте отклонения обеспечивается входное сопротивление усилителя, равное 1 МОм. Для защиты истоковых повторителей от перегрузки при больших амплитудах входных сигналов отрицательной полярности установлены цепочки из диода Д74 и стабилитрона Д75 в усилителе У1 и аналогичные цепочки на каждом входе усилителя У2. В предварительном усилителе У2 ток истоковых повторителей задается токозадающими каскадами на транзисторах Т77, Т78. Переменный резистор R538 служит для предварительной балансировки усилителя. Переменные резисторы R529 и R533 служат для выравнивания коэффициентов передачи истоковых повторителей на высоких и низких частотах, что позволяет значительно увеличить коэффициент ослабления синфазных сигналов. Переменные конденсаторы С225 и С229 также служат для увеличения коэффициента ослабления синфазных сигналов на высоких частотах.

Принципиальные схемы предварительных усилителей в остальной части одинаковы, за исключением переключателя полярности в усилителе У1. Рассмотрим принципиальную схему предварительного усилителя У1. Истоковые повторители выполнены на подобранной паре полевых транзисторов 2ПС104Г. Фазоинверсный каскад выполнен на мик-

4.1.7. Высоковольтный преобразователь выдает стабилизированные напряжения для питания катода U_k , экрана $U_{\text{э}}$ ЭЛТ, переменные напряжения U_d , подаваемые на схему питания модулятора.

В структурную схему высоковольтного преобразователя (рис. 9) входят следующие элементы:

- автогенератор;
- высоковольтный трансформатор;
- высоковольтные выпрямители напряжений экрана катода и ЭЛТ;
- делитель обратной связи;
- УПТ.

Автогенератор предназначен для преобразования постоянного тока напряжения в переменное напряжение.

Коллекторной нагрузкой автогенератора служит первичная обмотка высоковольтного трансформатора.

Со вторичной обмотки высоковольтного трансформатора снимается переменное напряжение 1000 В, которое подается на выпрямители напряжений катода и экрана, и переменное напряжение 200 В.

Стабилизация выходных напряжений производится за счет обратной связи по напряжению с выхода катодного источника. Сигнал обратной связи через делитель обратной связи подается на УПТ.

Усиленный сигнал ошибки, поступающий в автогенератор, изменяет напряжение на обмотке трансформатора таким образом, чтобы напряжение на выходе выпрямителя оставалось неизменной величиной.

росхеме MC53 типа I59HT1B, представляющей подобранную пару транзисторов. Подобранные пары транзисторов истоковых повторителей и фазоинверсного каскада обеспечивают лучшую симметрию плеч и уменьшают дрейф усилителя. Для защиты микросхемы MC53 от перегрузки положительными сигналами большой амплитуды установлена диодная матрица ДМ14. Переменный резистор R801 служит для выравнивания потенциалов на выходе фазоинвертора, что устраняет скачок при переключении резисторов между коллекторами микросхемы MC53 (при переключении коэффициентов отклонения переключателем В9).

Ось резистора R 801 выведена на переднюю панель под шлиц с подписью БАЛАНСИР. Усижительная секция выполнена на транзисторах Т72, Т74, Т73 и Т75, охваченных общей обратной связью через цепочки элементов R 487, С188 и R488, С189. Для коррекции переходной характеристики в усижительной секции установлены цепочки элементов R 477, С186 и R482, С187.

С выхода усижительной секции сигнал подается на усилитель внутренней синхронизации и на регулируемый усилитель, который выполнен на транзисторах микросхемы MC54.1; MC54.2. Усиление этого усилителя регулируется переменными резисторами R 803, R804, установленными в эмиттерной цепи. Ось резистора R 803 выведена на переднюю панель под шлиц с надписью КОРР. Ручка  резистора R 804 служит для плавного регулирования коэффициентов отклонения. Выравнивание потенциалов между эмиттерами транзисторов MC54.1; MC54.2 производится при помощи резистора R 802, изменяющего потенциал на выходе усижительной секции. Ось этого резистора выведена на левую боковую стенку прибора под шлиц БАЛАНСИР.

Каскад смещения выполнен на транзисторах микросхем MC54.3; MC54.4, которые являются токозадающими для транзисторов MC54.1; MC54.2. Переменный резистор R 806, выведенный на переднюю панель под ручку , позволяет производить перераспределение тока по плечам и соответственно изменение потенциалов на выходе предусилителя. Переменный резистор R 501 служит для установки нужного среднего потенциала на выходе предусилителя. Нагрузкой регулируемого усилителя служат резисторы R 513, R 514, которые связаны с ним через электронный переключатель полярности, выполненный на транзисторах микросхемы MC55, и диодный коммутатор, выполненный на диодной матрице ДМ15. В зависимости от положения переключателя полярности В12 не заперты транзисторы MC55.1; MC55.4 или MC55.2; MC55.3. Отпирается та пара транзисторов, базой которой подключаются через переключатель В12 к источнику плюс 5 В.

При отпираании пары транзисторов MC55.1; MC55.4 коллектор транзистора MC54.1 подключается к резистору R 513, а коллектор транзистора MC54.2 — к резистору R 514. При отпираании другой пары транзисторов подключение коллекторов транзисторов MC54.1; MC54.2

к резисторам R 513, R 514 меняется местами. Таким образом изменяется полярность сигнала на выходе предусилителя У1.

При воспроизведении сигнала диодная матрица ДМ15 пропускает на выход предусилителя исследуемый сигнал, а при воспроизведении шкалы сигнал на выход не проходит.

При воспроизведении шкалы на выход предусилителя проходит через диодный коммутатор, выполненный на матрице ДМ16, сигнал ступенчатой формы с согласующего каскада.

Согласующий каскад выполнен на транзисторах микросхемы MC56. Переменный резистор R 516 установлен для регулирования размера шкалы по вертикали, а переменный резистор R805 — для смещения шкалы по вертикали. Ось резистора R805 выведена на левую боковую стенку прибора под шлиц ШКАЛА У1 . С выхода предварительного усилителя сигнал поступает на линию задержки ЛЗТ с волноводным сопротивлением 600 Ом и временем задержки 200 нс.

С линии задержки сигнал поступает на вход оконечного усилителя, который выполнен на транзисторах Т1...Т8. Предварительное усиление сигналов производится двумя усижительными каскадами, выполненными на транзисторах Т1...Т4, охваченных общей обратной связью через резисторы R11, R12. Во втором усижительном каскаде предусмотрено регулирование усиления при помощи резистора R17.

Окончательное усиление сигналов производится усижительным каскадом, выполненным на последовательно соединенных транзисторах Т5, Т7, Т6, Т8. Последовательное соединение транзисторов позволяет получить сигналы на выходе с амплитудами, большими, чем величина допустимого напряжения на один транзистор. Для расширения полосы пропускания применена эмиттерная коррекция через конденсатор С1.

В осциллографе предусмотрен поиск луча по вертикали ограничением динамического диапазона выходных сигналов оконечного усилителя. Это ограничение происходит при нажатии кнопки ПОИСК ЛУЧА переключателя В4, т.е. включением резистора R824 в цепь питания минус 12,6 В оконечных усилителей одновременно по двум лучам. При включении резистора R824 ток выходных каскадов оконечных усилителей значительно уменьшается и динамический диапазон уменьшается так, что луч не выходит за пределы рабочей части экрана ЭЛТ.

4.2.2. Электрическая принципиальная схема выносного делителя представлена в приложении 4.

Применение выносного делителя 1:10 обеспечивает высокое входное сопротивление (10 МОм), малую входную емкость (не более 15 пФ) и большую широкополосность, а также расширяет диапазон измерений амплитуд до 500 В. Выносной делитель 1:10 представляет собой частотнокомпенсированный делитель. Верхнее плечо делителя — резистор R1, конденсатор С1, нижнее — входные сопротивления и емкость

блока используемого усилителя (1 МОм, 42 пФ) и конденсатор СЗ. Между верхним и нижним плечами делителя включен кабель РК-200-2-II длиной 1 м. Резисторы R2 и R3, конденсатор С2 и катушка индуктивности L1 представляют собой элементы согласования кабеля на высоких частотах.

4.2.3. Схема электрическая принципиальная усилителя синхронизации представлена в приложении 6.

С предварительного усилителя У1 сигнал подается на вход усилительного каскада, выполненного на транзисторах микросхемы MC62.3; MC62.4, с предварительного усилителя У2 - на вход усилительного каскада, выполненного на транзисторах микросхемы MC62.3; MC62.4, а с предварительного усилителя У2 - на вход усилительного каскада, выполненного на транзисторах микросхемы MC6.1; MC6.2. Нагрузка у этих каскадов общая, состоит из резисторов R624, R625. При выборе внутренней синхронизации от усилителя У1 резисторы R624, R625 подключаются через диодный коммутатор к усилительному каскаду на микросхеме MC62. При выборе внутренней синхронизации от усилителя У2 резисторы R624, R625 подключаются через диодный коммутатор к усилительному каскаду на микросхеме MC6.1. Диодные коммутаторы выполнены на двух диодах матрицы ДМ22 и двух транзисторах микросхемы MC62.1; MC62.2 для первого усилителя и аналогичным образом на диодной матрице ДМ21 и транзисторах микросхемы MC6.1.3; MC6.1.4 для второго усилителя.

После предварительного усиления сигнал синхронизации подается на усилительный каскад, выполненный на транзисторах Т85, Т86. С коллектора транзистора Т85 усиленный сигнал на нулевом уровне подается на синхронизатор развертки. Выравнивание напряжений на коллекторах транзисторов Т85, Т86 производится переменными резисторами R618, R629, а установка нулевого выходного уровня - переменным резистором R609.

4.2.4. Схема электрическая принципиальная развертки представлена в приложении 6.

Запускающий сигнал через переключатель вход В7 ЗАПУСК и переключатель открытого и закрытого входа В4 подается на входной истоковый повторитель, выполненный на полевом транзисторе Т40. Внешний запускающий сигнал может передаваться на вход истокового повторителя с ослаблением в 10 раз при соответствующей установке переключателя В7. Диоды матрицы ДМ7 установлены для защиты от перегрузки. С истокового повторителя сигнал запуска подается на компаратор, выполненный на переключателе тока и триггере на туннельном диоде Д48. Переключатель тока выполнен на транзисторах микросхемы MC45, и в коллекторной цепи этих транзисторов установлен диодный переключатель на матрице ДМ8, через который подключается к соответствующему транзистору туннельный диод Д48, в зави-

симости от выбора полярности уровня запуска. Полярность выбирается переключателем В4 + -. Порог срабатывания компаратора зависит от потенциала на выводе 7 микросхемы MC45, который устанавливается при помощи переменного резистора R781 УРОВЕНЬ. Токозадающий каскад выполнен на транзисторе Т41. Диодная матрица ДМ9 служит для устранения перегрузки микросхемы MC45 по напряжению.

При запуске развертки сигналами положительной полярности переключатель В4 устанавливается в указанное на схеме положение. При этом на выводе 7 микросхемы MC45 устанавливается положительный потенциал, правый транзистор микросхемы MC45 не заперт, левый заперт. Диоды матрицы ДМ8 с выводами 3-6 и 8-1 закрыты. Почти весь ток правого транзистора микросхемы MC45 протекает через диод матрицы ДМ8 с выводами 4-5. Туннельный диод Д48 при этом находится в низковольтном состоянии на правой восходящей ветви. Положительный запускающий сигнал открывает левый транзистор микросхемы MC45, правый транзистор запирается, и ток потечет через диод матрицы ДМ8 с выводами 1-8 и туннельный диод Д48. Остальные диоды матрицы ДМ8 закроются.

На туннельном диоде формируется перепад напряжения, который после дифференцирования усиливается транзистором Т42.

Для запуска сигналами отрицательной полярности переключатель В4 устанавливается в другое положение, при котором анод диода матрицы ДМ8 с выводами 4-5 соединяется с корпусом. Переменным резистором R781 УРОВЕНЬ на выводе 7 микросхемы MC45 устанавливается более низкий потенциал, чем на выводе 3, и ток через правый транзистор не потечет. Отрицательный запускающий сигнал закроет левый транзистор микросхемы MC45, и правый транзистор отпирается. Диоды матрицы ДМ8 будут находиться в противоположных ранее описанным состояниях. Коммутатор работает аналогично ранее описанному.

Усилитель импульсов запуска на транзисторе Т42 формирует импульсы положительной полярности с амплитудой, достаточной для запуска триггера управления.

Триггер управления выполнен на логических элементах 2И-НЕ микросхем MC47.1; MC47.2. В исходном состоянии на выводе 03 микросхемы MC47 устанавливается логический 0, а на выводе 06 - логическая 1. Диод Д60, соединяющий триггер управления со схемой фиксации, закрыт. С вывода 03 микросхемы MC47 снимается сигнал на усилителя подсвета и на устройство формирования шкалы. После дифференцирования импульсов с вывода 06 микросхемы MC47 импульсы отрицательной и положительной полярности подаются через эмиттерный повторитель, выполненный на транзисторе Т43, на устройство управления и формирования шкалы.

Схема фиксации выполнена на транзисторах Т52, Т53 и представляет собой схему управления. На базе транзистора Т52 задается

опорное напряжение с делителя, состоящего из резисторов R 348, R 349, R 351, R 352. Диод Д62 фиксирует напряжение на одном из выводов резистора R 349 и позволяет независимо от разброса номиналов резисторов делителя поддерживать минимальное запирающее напряжение на диоде Д60, что уменьшает задержку при запуске. База транзистора Т53 через диод Д67 соединена с выходом генератора развертки. В зависимости от соотношения потенциалов на базах транзисторов Т52, Т53 в коллекторной цепи транзистора Т52 вырабатывается сигнал поправки, который вызывает на выходе генератора развертки обратную реакцию.

Генератор развертки выполнен на транзисторах Т54...Т56 по схеме интегратора Миллера. На транзисторе Т54 выполнен истоковый повторитель, позволяющий получить большое входное сопротивление. В цепь затвора этого транзистора через переключатель В8.2; В8.4 ВРЕМЯ/ДЕЛ включены времязадающие элементы.

На транзисторе Т55 выполнен усилитель генератора развертки, а на транзисторе Т56 – выходной эмиттерный повторитель. Переменный резистор R363 позволяет установить на затворе транзистора Т54 нулевой потенциал, что необходимо для обеспечения точности отношений коэффициентов развертки 2 и 2,5. Конденсаторы С137, С139 обеспечивают устойчивость генератора развертки.

При запуске триггера управления от синхронизатора или схемы автозапуска с выхода 03 микросхемы МС47 положительные импульсы через диод Д60 поступают на базу транзистора Т52 схемы фиксации. На резисторе R 354 выделяются отрицательные импульсы, которые закрывают ключевые диоды Д64, Д65, и генератор развертки формирует на выходе нарастающее линейное пилообразное напряжение, скорость изменения которого зависит от установленных времязадающих элементов и опорного напряжения.

Опорное напряжение изменяется в зависимости от положения переключателя В8.5 ВРЕМЯ/ДЕЛ. С выхода генератора развертки пилообразное напряжение поступает на усилитель X и на схему сравнения, выполненную на транзисторах микросхемы МС49 и на диоде Д68. На транзисторе микросхемы МС49.2 выполнен эмиттерный повторитель. В исходном состоянии диод Д68 закрыт, так как на его аноде устанавливается при помощи переменного резистора R 371 потенциал ниже, чем на катоде. При нарастании пилообразного напряжения до установленной амплитуды от 8 до 9 В диод Д68 открывается, и потенциал на базе транзистора микросхемы МС49.1 повышается до отпирания транзистора. На выходе транзистора МС49.1 потенциал понижается до логического 0 и схема блокировки, связанная с выходом транзистора МС49.1, запускается. Переменный резистор R 371 позволяет установить необходимую амплитуду пилообразного напряжения на выходе генератора развертки.

Схема блокировки выполнена на микросхемах МС47.3; МС47.4; МС48.1; МС48.3. При установке ждущего режима работы развертки логические ячейки 2И-НЕ МС47.3; МС47.4 образуют ждущий мультивибратор, так как электронный ключ, выполненный на полевом транзисторе Т48 заперт и не шунтирует времязадающие конденсаторы С116, С117, С119, С121, С123, С124. В этом режиме на затворе Т48 отрицательный запирающий потенциал подается через переключатель В4.4. Постоянная времени времязадающей цепи мультивибратора изменяется в широких пределах с помощью ручки переменного резистора R 783 ПОДСТРОЙКА ШКАЛЫ.

В исходном состоянии на выводе 08 микросхемы МС47 устанавливается логическая 1, т.к. на входе 10 через эмиттерный повторитель Т45 задается потенциал – логический 0.

На логических элементах 2И-НЕ МС48.1; МС48.3 выполнен второй ждущий мультивибратор схемы блокировки, формирующий импульсы постоянной длительности порядка 25 мкс.

В исходном состоянии на выходе 06 микросхемы МС48.3 устанавливается потенциал, соответствующий логической 1, как и на выходе 08 микросхемы МС47. Через диоды Д57, Д61 этот потенциал передается на вход 05 микросхемы МС47.2 триггера управления и на его работу не влияет. С выхода 03 микросхемы МС48 положительные импульсы подаются на устройство формирования шкалы. Схема блокировки остается в исходном состоянии, если на выходе схемы сравнения потенциал соответствует логической 1. Когда на выходе схемы сравнения устанавливается логический 0, мультивибратор на микросхеме МС47 запускается. Логический 0 с выхода 08 микросхемы МС47 возвращает триггер управления в исходное состояние и блокирует его от запуска на время формирования импульса мультивибратором. От среза импульсов на выходе 11 микросхемы МС47 запускается второй мультивибратор блокировки на микросхеме МС48, и логический 0 на выходе 06 этого мультивибратора также блокирует триггер управления от запуска. После возвращения второго мультивибратора блокировки в исходное состояние блокировка с триггера управления снимается и триггер управления готов к запуску.

При включении однократного режима работы развертки ключ Т48 открывается и соединяет выход 11 микросхемы МС47 с базой транзистора Т45. Схема, выполненная на логических ячейках 2И-НЕ МС47.3; МС47.4, переключается в триггерный режим, и времязадающие конденсаторы шунтируются малым сопротивлением открытого ключа. Этот режим соответствует положению переключателя В4.4 на принципиальной схеме. На затворе Т48 задается положительный отпирающий потенциал через резисторы R 338, R 339.

При включении режима прибора с запоминанием с переключателя В4.4 устройство управления снимает напряжение минус 12,6 В, и раз-

вертка работает в однократном режиме при любом положении переключателя В4.

В ждущем режиме длительность импульсов мультивибратора блокировки достаточна для восстановления исходного состояния генератора развертки. Ручка ПОДСТРОЙКА ШКАЛЫ позволяет изменять длительность импульсов блокировки, что необходимо для получения устойчивого изображения шкалы. На транзисторе Т45 выполнен эмиттерный повторитель для повышения сопротивления по входу 10 микросхемы МС47, что позволило уменьшить емкость времязадающих конденсаторов мультивибратора.

В однократном режиме после приведения триггера блокировки во второе состояние он может находиться в этом состоянии сколь угодно долго и на это время блокировать триггер управления от запуска. Для подготовки развертки к запуску необходимо триггер блокировки привести в исходное состояние, для чего на вход 09 микросхемы МС47 подаются отрицательные импульсы через эмиттерный повторитель на транзисторе Т44. Эти импульсы получают дифференцированием положительных импульсов, которые поступают через диод Д50 с устройства управления при включении автостирания или через диод Д53 с мультивибратора подготовки. Мультивибратор подготовки выполнен на двух элементах 2И-НЕ микросхем МС48.2; МС48.4 по схеме ждущего мультивибратора. Запускается мультивибратор при заземлении входа 09 микросхемы МС48.2 через конденсатор С129 и контакты кнопки В4.5 ГОТОВ. Предусмотрена дистанционная подготовка развертки, при которой мультивибратор подготовки запускается соединением гнезда Гн2 с корпусом осциллографа.

Для индикации готовности развертки к запуску на транзисторах Т49, Т51 выполнена схема индикации. При включении однократного режима диод Д59 запирается положительным напряжением на его катоде. При готовности развертки к запуску уровень — логическая 1 с выхода микросхемы МС47.3 через эмиттерный повторитель на транзисторе Т49 отпирает и вводит в насыщение транзистор Т51, в коллекторную цепь которого включена индикаторная лампочка накаливания ЛЗ.

Схема автозапуска развертки выполнена на микросхеме МС46.4 и транзисторе Т47. Одновременным нажатием двух кнопок $\sqrt{1/}$ и $\sqrt{2}$ осуществляется режим автозапуска. При этом катоды диодов Д54 и Д56 отключаются от корпуса осциллографа. В исходном состоянии диод Д58 запирается положительным потенциалом на его катоде с выхода 08 первого мультивибратора блокировки. Конденсатор С118 разряжается через резистор R 331, и потенциал на базе транзистора Т47 повышается. Это повышение передается на вход 01 микросхемы МС46.4. После достижения порога срабатывания на выходе 03 микросхемы МС46.4 устанавливается логический 0. На двух элементах 2И-НЕ микросхем МС46.2, МС46.3 выполнен RS-триггер, который после установления

на его входе 04 логического 0 переходит в такое состояние, что на его выходе 06 устанавливается логическая 1. От положительного потенциала на выходе 06 RS-триггера через диод Д52 переключается триггер управления в состояние формирования пилообразного напряжения. После запуска первого мультивибратора блокировки от схемы управления начнется разряд конденсатора С118 через диод Д58, резистор R 332 и выход микросхемы МС47.3. После разряда конденсатора С118 RS-триггер будет сохранять свое прежнее состояние. Триггер управления возвращается в свое исходное первое состояние при запуске первого мультивибратора блокировки и блокируется в этом состоянии на время формирования импульсов первым и вторым мультивибраторами блокировки. После окончания формирования импульсов вторым мультивибратором блокировки триггер управления вновь переключается в состояние формирования прямого хода развертки высоким потенциалом с выхода 06 RS-триггера; начнется прямой ход развертки и так далее. Если с синхронизатора на вход 12 микросхемы МС46.1 придет положительный импульс, то он после инвертирования переведет RS-триггер в такое состояние, что на его выходе 06 установится низкий потенциал, и схема автозапуска не будет влиять на триггер управления. В этом случае развертка работает в ждущем режиме и синхронизируется запускающим сигналом. После каждого запуска развертки во время блокировки конденсатор С118 будет заряжаться через диод Д58 и на базе транзистора Т47 будет сохраняться низкий потенциал. Если импульсы синхронизации будут приходить с частотой менее 10 Гц, то потенциал на базе транзистора Т47 успеет повыситься до уровня срабатывания микросхемы МС46.4. При этом RS-триггер переключится в состояние автозапуска. Сигналы с частотой следования менее 10 Гц в режиме автозапуска синхронизироваться не будут. Для их синхронизации необходимо установить ждущий режим работы развертки.

Для переключения режимов поочередной и прерывистой коммутации сигналов шкалы, исследуемых сигналов и развертки на транзисторе Т59 выполнен каскад управления. На скоростях развертки 20...1000 мс/ДЕЛ транзистор Т59 запирается, и высокий потенциал с коллектора Т59 переключает режим работы устройства формирования шкалы с поочередной коммутации на прерывистую.

На транзисторах Т58, Т61 выполнена схема подстройки опорного напряжения на скоростях развертки 20...1000 мс/ДЕЛ для уменьшения погрешности за счет отклонения от номинала времязадающего конденсатора. Переменный резистор R 338 позволяет произвести дополнительную калибровку коэффициентов развертки 20...1000 мс/ДЕЛ.

4.2.5. Схема электрическая принципиальная усилителей X представлена в приложении 6.

Схемы усилителей X1 и X2 одинаковы. Рассмотрим принципиальную схему усилителя X2.

На один вход усилителя X2 через делитель, состоящий из резисторов R 416, R 406, R 407, подается с развертки пилообразное напряжение. На второй вход усилителя подается регулируемое напряжение с переменного резистора R 788, который служит для перемещения изображения по горизонтали и ручка которого расположена на передней панели с обозначением $\longleftrightarrow$. С резистора R 788 регулируемое напряжение подается также и на усилитель XI через штырь Ш8.2.

Входной каскад усилителя X2 выполнен на микросхеме MC52. Переменный резистор R 788 служит для регулирования усиления при калибровке коэффициентов развертки, и его ось выведена под штырь на правую боковую стенку прибора с обозначением KOPP X2. Нагрузкой входного каскада являются резисторы R 425, R 426, которые подключаются к нему при воспроизведении исследуемого сигнала через диодный коммутатор, выполненный на матрице ДМ12.

При воспроизведении шкалы резисторы R 425, R 426 подключаются к согласуемому усилителю сигналов цифроаналогового преобразователя X через диодный коммутатор, выполненный на матрице ДМ11. Согласующий усилитель сигналов ЦАП-X выполнен на микросхеме MC51. Переменный резистор R 421 служит для регулирования размера шкалы по горизонтали, а переменный резистор R 414 — для перемещения шкалы по горизонтали.

На транзисторах T62, T63 выполнен второй каскад усилителя. Переменный резистор R 429 служит для совмещения положения лучей по горизонтали первого и второго прожекторов. Выходной каскад усилителя X2 выполнен на транзисторах T64...T69 с последовательным соединением по три транзистора в каждом плече. Усилительный каскад на транзисторах T62, T63 и входной каскад охвачены общей обратной связью через резисторы R 440, R 441. Переменный резистор R 446 позволяет установить на выходе усилителя X2 нужный средний потенциал, при котором искажения минимальны.

4.2.6. Схема электрическая принципиальная усилителей подсвета z1 и z2 одинакова и представлена в приложении 6.

Усилитель подсвета состоит из двух входных каскадов, выполненных на микросхеме MC63; трех токозадающих каскадов, выполненных на транзисторах T88...T90; двух эмиттерных повторителей на транзисторах T92, T93 и оконечного усилителя на транзисторах T94...T96.

На логическом элементе 4И-НЕ микросхемы MC63.1 выполнен входной каскад импульсов подсвета развертки, а на логическом элементе 4И-НЕ микросхемы MC63.2 — входной каскад импульсов подсвета шкалы. По входу О1 микросхемы MC63.1 блокируется подсвет линии развертки при воспроизведении шкалы в режиме прерывистой коммутации. По входу О9 микросхемы MC63.2 блокируется подсвет шкалы по лучу, по которому шкала не воспроизводится. Положительный управляющий импульс подсвета развертки вызывает на выходе О6 микросхемы MC63.1

низкий потенциал логический 0, транзистор T89 отпирается и его ток зависит от положения ручки переменного резистора R 827-ЛУЧ I . При изменении тока транзистора T89 изменяется амплитуда импульсов подсвета линии развертки на выходе усилителя. Для сохранения постоянства яркости линии развертки при изменении скорости развертки предусмотрено автоматическое регулирование амплитуды импульсов подсвета, для чего изменяется отрицательное напряжение на резисторе R 827.

Изменение напряжения производится переключением резисторов в делителе, расположенном на ПУ развертки. Напряжение с делителя через эмиттерный повторитель, выполненный на транзисторе T57 подается на переменные резисторы R 827, R 831. Транзистор T90 является токозадающим при подсвете шкалы. Для регулирования амплитуды импульсов подсвета шкалы установлен переменный резистор R 828 , который вызывает изменение тока через транзистор T90.

В приборе предусмотрена модуляция яркости лучей внешними отрицательными сигналами, для чего на задней стенке установлено гнездо ВХОД z. При подаче отрицательных сигналов транзистор T88 отпирается и величина его тока, определяющая глубину модуляции, зависит от амплитуды внешних сигналов.

Оконечный усилитель выполнен с последовательным соединением транзисторов T94, T95 для устранения их перегрузки по напряжению. Эти транзисторы являются динамической нагрузкой для транзистора T96. Применение динамической нагрузки позволяет получить импульсы подсвета с крутыми фронтами при малых энергетических затратах. Через резистор R 648 и конденсаторы C264, C266 осуществляется обратная отрицательная связь по напряжению. Резистор R 656 и диоды Д82, Д84, Д85, Д86 защищают усилитель подсвета от влияния бросков напряжения в высоковольтной цепи питания модулятора ЭЛТ.

4.2.7. Схема электрическая принципиальная электронно-лучевого индикатора представлена в приложении 6.

Двухлучевая запоминающая ЭЛТ 13ЛН8 помимо двух записывающих прожекторов с отклоняющими пластинами имеет воспроизводящий прожектор с элементами памяти и покрытый люминофором экран.

Записывающий прожектор с отклоняющими пластинами ничем не отличается от прожектора обычной осциллографической ЭЛТ.

Записывающий прожектор осуществляет формирование остроконечного электронного пучка большой энергии (быстрые электроны) в направлении его в сторону мишени. Воспроизводящий прожектор осуществляет эмиттирование в сторону мишени потока электронов, двигающихся с малой скоростью перпендикулярно к мишени (медленные электроны).

Запоминающая часть состоит из мишени (накапливающей сетки, одна сторона которой покрыта слоем диэлектрического вещества) и

коллектора вторичных электронов. В систему включен также ионный отражатель, не допускающий попадания паразитных ионов на коллектор и мишень. Расположение электродов в ЭЛТ показано на рис.3.

Питание электродов ЭЛТ высоким напряжением осуществляется с делителя У1.

Ручки $\odot$ переменных резисторов R771 и R772 предназначены для фокусировки лучей записывающих прожекторов. Переменные резисторы R8, R9, R12, R13 позволяют установить оптимальные пределы фокусировки лучей.

Для получения отрицательного напряжения на модуляторах ЭЛТ с преобразователя высоковольтного на лепестки 2 и 4 делителя подается переменное напряжение, превышающее по амплитуде напряжение записывающих прожекторов по модуляторам. Напряжение питания модуляторов получается добавлением к катодному напряжению вольтодобавки, которую создает схема на диодах Д1...Д4, конденсаторах С3, С4 по одному лучу и аналогичная схема по другому лучу. Переменные резисторы R1, R15 позволяют установить необходимое запирающее напряжение под каждый экземпляр ЭЛТ.

Переменные резисторы R766, R767 служат для установки необходимых напряжений на вторых анодах ЭЛТ при фокусировке изображения сигнала. Это напряжение устанавливается при настройке.

Переменный резистор R770 служит для установки необходимого напряжения на третьем аноде ЭЛТ.

Переменный резистор R773 служит для установки необходимого напряжения на модуляторе воспроизводящего прожектора с целью получения равномерности облучения мишени электронным пучком воспроизводящего прожектора.

4.2.8. Схема электрическая принципиальная устройства управления представлена в приложении 6.

При стирании изображения в режиме с запоминанием, запускается мультивибратор подготовки, выполненный на микросхемах MC2.3, MC2.4. Импульсы мультивибратора запирают транзистор Т7 усилителя I, и на коллекторе транзистора Т8 появляются положительные импульсы, которые через диод Д16 и резистор R56 подаются на мишень ЭЛТ.

От среза положительных импульсов подготовки запускается схема стирания, выполненная на диоде Д18 и диодисторе Д19. Переменные резисторы R66, R67 служат для установки напряжения на коллекторе ЭЛТ.

При включении режима автоматического стирания и подготовки к записи разблокируются мультивибратор воспроизведения, выполненный на микросхемах MCI.1; MCI.2, и мультивибратор разблокировки. Через согласующий усилитель на транзисторе Т1 мультивибратор воспроиз-

ведения запускается импульсами конца развертки. Переменный резистор R778 ЧАСТОТА регулирует длительность импульсов мультивибратора воспроизведения.

От среза импульсов мультивибратора воспроизведения через согласующий усилитель на транзисторе Т5 запускается мультивибратор подготовки.

От среза импульсов мультивибратора подготовки запускается мультивибратор разблокировки, выполненный на микросхемах MCI.3; MCI.4. С выхода 08 микросхемы MCI.3 положительные импульсы подаются в развертку для ее разблокировки. Транзисторы Т3 и Т12 установлены для повышения входного сопротивления по входам 05 и I2 микросхемы MCI. Генератор контрастности выполнен на неоновой лампе Д1.

На микросхемах MC2.1; MC2.2 выполнен мультивибратор форсирования. При нажатии кнопки ФОРСИРОВАНИЕ к резистору R31 подключается корпус прибора, и эмиттерный повторитель на транзисторе Т2 пропускает отрицательные импульсы начала развертки на запуск мультивибратора форсирования. Отрицательные импульсы мультивибратора закрывают транзистор Т4 и на его коллекторе выделяются положительные импульсы форсирования, амплитуда которых регулируется переменным резистором R44.

На транзисторах Т9, Т10 выполнена схема переключения устройства формирования шкалы в однократный режим. При включении режима с запоминанием или режима однократного запуска развертки транзистор Т9 или Т10 насыщается и на устройство формирования шкалы с их коллектора выдается низкий потенциал - логический 0.

4.2.9. Схема электрическая принципиальная калибратора представлена в приложении 6. Калибратор выдает постоянное напряжение плюс 0,6 В при отключении корпуса осциллографа от микросхемы MC3 при помощи переключателя В3. В этом режиме транзистор Т13 закрыт, и ток токозадающего транзистора Т14 течет через стабилитрон Д21. На резисторе Т93 делителя устанавливается напряжение плюс 0,6 В при помощи переменного резистора R91.

При подключении корпуса осциллографа к микросхеме MC3 включается генератор, выполненный на микросхеме MC3. Импульсы генератора вызывают периодическое запускание транзистора Т14 с частотой 1 кГц и на выходе калибратора появляются калиброванные импульсы. Частота генерирования импульсов 1 кГц устанавливается переменным резистором R84.

4.2.10. Схема электрическая принципиальная устройства формирования шкалы представлена в приложении 6.

Тактовый генератор выполнен по схеме автоколебательного мультивибратора с эмиттерным времязадающим конденсатором на транзисторах микросхем MC22.2; MC22.3.

При воспроизведении исследуемого сигнала транзистор микросхемы MC22.2 запирается положительным напряжением на эмиттере - вывод 04, которое задается со схемы блокировки. При воспроизведении шкалы тактовый генератор разблокируется.

Длительность отрицательных импульсов тактового генератора при подсвете шкалы увеличивается, для чего установлен мультивибратор-расширитель, выполненный на микросхемах MC23.3; MC23.4. Этот мультивибратор запускается от фронта импульсов мультивибратора задержки, выполненного на микросхемах MCI9.1; MCI9.2. При запуске мультивибратора-расширителя транзистор MC22.2 насыщается, и длительность отрицательного импульса тактового генератора будет равна длительности импульсов мультивибратора-расширителя. При работе устройства формирования шкалы в режиме поочередной коммутации параллельно резистору RI59 подключается резистор RI57, т.к. транзистор MCI3.5 открыт и насыщен. Длительность импульсов мультивибратора-расширителя будет равна 13 мкс.

При работе устройства формирования шкалы в режиме прерывистой коммутации транзистор MCI3.5 закрыт, и резистор RI57 не влияет на длительность импульсов мультивибратора-расширителя, которая увеличивается до 25 мкс.

Счетчик I выполнен на микросхемах MC32; MC36; MC41; MC34.3; MC34.4 с коэффициентом пересчета, равным 51. Необходимый коэффициент пересчета счетчика I достигается за счет введения соответствующих обратных связей с выхода счетчика через мультивибратор задержки на установочные входы триггеров. Мультивибратор выполнен на микросхемах MC34.3, MC34.4.

Цифроаналоговый преобразователь координат X выполнен на резисторной матрице типа R-2A MC29 и бесконтактных перекидных ключах, выполненных на транзисторных сборках T25...T27 и микросхемах MC31, MC35, MC39.

Счетчик 3 выполнен на микросхемах MC33, MC37 с мультивибратором задержки в цепи обратной связи на микросхемах MC34.1; MC34.2.

Счетчик 2 выполнен на микросхемах MC6.1; MC8; MCI2 с мультивибратором задержки в цепи обратной связи на микросхемах MC9.1; MC9.3.

Счетчик 4 выполнен на микросхемах MC6.2; MC7 с мультивибратором задержки в цепи обратной связи на микросхемах MC9.2; MC9.4.

Цифроаналоговый преобразователь координат Y выполнен на резисторной матрице типа R-2A MC4 и бесконтактных перекидных ключах, выполненных на транзисторных сборках TI5...TI7 и микросхемах MC5, MCI1, MCI4.

Двухходовая схема ИЛИ выполнена на диоде D23, транзисторе MCI3.1 и резисторе R II2.

В качестве схемы задержки используется мультивибратор, выполненный на микросхемах MC9.2; MC9.4. RS-триггер выполнен на логических элементах 2И-НЕ микросхем MCI5.1; MCI5.2. Двухходовая схема 2И выполнена на логическом элементе 2И-НЕ микросхемы MCI5.3.

Трехходовая схема ЗИЛИ выполнена на транзисторах микросхем MCI3.3; MC38.1, диоде D31 и резисторе RI45.

На микросхеме MCI9 выполнены мультивибраторы задержки и подсвета схемы подсвета. Рассмотрим работу устройства формирования шкалы в режиме поочередной коммутации. При воспроизведении сигнала тактовый генератор блокируется положительным напряжением, которое подается от источника плюс 5 В через резистор RI56 и диоды матрицы DM2.2 на эмиттер-вывод 04 микросхемы MC22.2.

Транзисторы микросхемы MC22.1 заперты, т.к. на их базах устанавливается потенциал, близкий к нулю, с выхода 03 триггера коммутации, выполненного на микросхемах MC24.1; MC24.2 и с выхода 06 инвертора, выполненного на микросхеме MCI6.2.

По окончании прямого хода развертки через конденсатор C66 положительный импульс конца развертки поступает на управляемый усилитель, выполненный на микросхеме MC25.1, открывает и вводит в насыщение транзистор MC25.1. На эмиттере транзистора MC25.1 в режиме поочередной коммутации устанавливается нулевой потенциал, т.к. на выходе схемы совпадения I, выполненной на элементе 2И-НЕ микросхемы MCI8.1, устанавливается логический 0.

На входах микросхемы MCI8.1 устанавливаются уровни логическая 1 с устройства управления прибором и с выхода 03 схемы 2И-НЕ, выполненной на микросхеме MCI6.1.

Отрицательные импульсы с коллектора 06 микросхемы MC25.1 поступают на триггер коммутации и переключают его во второе устойчивое состояние. Высокий потенциал на выходе 03 микросхемы MC24.1 отпирает и вводит в насыщение правый транзистор микросхемы MC22.1. Низкий потенциал на коллекторе этого транзистора снимает блокировку с тактового генератора. Импульсы тактового генератора поступают на входы счетчика I; 3 и через инвертор на микросхеме MCI5.4 - на вход микросхемы MCI5.3.

Импульсы схемы логики подсвета поступают на запуск мультивибратора задержки схемы подсвета, выполненного на микросхемах MCI9.1; MCI9.2. От фронта импульсов мультивибратора задержки запускается мультивибратор-расширитель, а от среза - мультивибратор подсвета, выполненный на микросхемах MCI9.3; MCI9.4.

При воспроизведении сигнала мультивибратор подсвета заблокирован по входу I3 микросхемы MCI9.4 от триггера коммутации.

На микросхеме MC23.1 выполнен инвертор импульсов подсвета.

В конце времени блокировки на вход 04 микросхемы MCI8.4, на которой выполнена схема выключения, с развертки поступают положи-

тельные импульсы. Длительность этих импульсов превышает длительность отрицательных импульсов тактового генератора. От среза импульсов тактового генератора отпирается транзистор Т21 и положительные импульсы на его коллекторе, совпадают с импульсами развертки.

На микросхеме MC23.1 выполнен инвертор импульсов подсвета.

В конце времени блокировки на вход 04 микросхемы MC18.4, на которой выполнена схема выключения, с развертки поступают положительные импульсы. Длительность этих импульсов превышает длительность отрицательных импульсов тактового генератора. От среза импульсов тактового генератора отпирается транзистор Т21 и положительные импульсы на его коллекторе, совпадающие с импульсами развертки, вызывают на выходе микросхемы MC18.4 отрицательные импульсы, переключающие триггер коммутации в первое состояние на воспроизведение сигнала.

Выход 03 микросхемы MC24.1 соединен со схемой управления коммутаторами, которая выполнена на микросхемах MC26, MC27.

При установке переключателя В5 на воспроизведение шкалы по лучу 2 к входу 05 микросхемы MC26.3 подключается корпус осциллографа.

С выхода 06 микросхемы MC26.3, независимо от состояния триггера коммутации, через эмиттерный повторитель на транзисторе MC27.4 выдается на коммутаторы сигналов и развертки по лучу I высокий потенциал, при котором коммутаторы пропускают исследуемый сигнал и пилообразное напряжение развертки. С выхода 08 микросхемы MC26.4 через эмиттерный повторитель на транзисторе MC27.3 выдается низкий потенциал на коммутаторы сигналов шкалы по лучу I, при котором коммутаторы сигналы шкалы не пропускают.

Микросхемы MC26.1 и MC26.2 устанавливаются в соответствующие состояния в зависимости от состояния триггера коммутации и управляют через эмиттерные повторители коммутаторами по лучу 2.

При установке переключателя В5 на воспроизведение шкалы по лучу I корпус осциллографа подключается к выходу 02 микросхемы MC26.1.

Коммутаторы по лучу 2 устанавливаются на воспроизведение исследуемого сигнала, а по лучу I на поочередное воспроизведение шкалы и сигнала в зависимости от состояния триггера коммутации. При включении шкалы через тумблер В6 и диоды Д37, Д38 корпус осциллографа подключается к входам 02, 05 микросхем MC26.1; MC26.3, на выходах 03, 06 микросхемы MC26 устанавливается уровень логическая 1. Коммутаторы по двум лучам устанавливаются на воспроизведение исследуемых сигналов. Через диод Д35 устанавливается логический 0 на входе 01 микросхемы MC16.1 и на выходе 06 микросхемы MC16.2 установится уровень логический 0, который передается на

базу 08 транзистора микросхемы MC21.3. Транзистор микросхемы MC21.3, который связан со входом блокировки подсвета линии развертки, будет заперт и не будет влиять на работу усилителей подсвета. При выключении шкалы транзистор Т23 отпирается, входит в насыщение и на эмиттере 04 микросхемы MC22.2 устанавливается потенциал, близкий к нулю. Тактовый генератор надежно блокируется.

Рассмотрим работу устройства формирования шкалы в режиме прерывистой коммутации. На входе 01 микросхемы MC16 устанавливается уровень логическая 1, который задается с коллектора транзистора Т59 развертки на скоростях 20...100 мс/ДЕЛ. На входе 02 микросхемы MC16.1, как и в режиме поочередной коммутации, задается уровень логическая 1 с устройства управления осциллографа. Уровнем логическая 1, подаваемым с выхода 03 микросхемы MC19.1, транзистор MC25.1 управляемого усилителя запирается по эмиттеру 04, и сигналы конца развертки на работу устройства формирования шкалы не влияют. Уровень логическая 1 с выхода 06 микросхемы MC16.2 открывает по базе I3 транзистор микросхемы MC22.1, транзистор насыщается и исключает управление блокировкой тактового генератора от триггера коммутации.

Транзистор микросхемы MC13.4 заперт низким потенциалом на базе и не влияет на управление блокировкой тактового генератора от микросхемы MC16.3.

Микросхема MC16.3 на входе I0 имеет уровень логическая 1, а на ее вход 09 подаются положительные импульсы с развертки, равные по длительности прямому ходу развертки. На время этих импульсов на входе 08 микросхемы MC16.3 устанавливается низкий потенциал и снимается блокировка с тактового генератора. Тактовый генератор начинает генерировать и вызывает через схему логики подсвета запуск мультивибраторов схемы подсвета. Переключение триггера коммутации во второе состояние на воспроизведение шкалы производится от длительности фронта импульсов мультивибратора задержки, которые через схему совпадения 2, выполненную на микросхеме MC16.4, поступают на триггер коммутации.

На входе I3 микросхемы MC16.4 устанавливается уровень логическая 1 с выхода 06 микросхемы MC16.2. Переключение триггера коммутации в первое состояние на воспроизведение шкалы производится от среза импульсов подсвета, которые проходят через схему совпадения 3, выполненную на микросхеме MC23.2. На входе I2 микросхемы MC23.2 устанавливается уровень логическая 1 с выхода 06 микросхемы MC16.2.

При работе устройства формирования шкалы в режиме поочередной коммутации и однократном режиме микросхемы MC16.4 и MC23.2 блокируются по входам I3 и I2 уровнем логический 0 с выхода 06 микросхемы MC16.2.

Уровень логическая 1 с выхода 06 микросхемы МС16.2 вводит в насыщение транзистор микросхемы МС21.3, и усилители подсвета блокируются по входу подсвета линии развертки.

От среза импульсов подсвета шкалы запускается мультивибратор, выполненный на микросхемах МС17.3; МС17.4. Положительные импульсы, полученные после дифференцирования импульсов мультивибратора, вводят в насыщение левый транзистор микросхемы МС21.3, и правый транзистор микросхемы МС21.3 выходит из насыщения и запирается, разблокируя усилители подсвета по входу подсвета линии развертки. Линия развертки подсчитывается на короткое время, равное 4-7 мкс. Мультивибратор на микросхемах МС17.3; МС17.4 создает задержку в подсвете линии развертки на время установления напряжений после переключения коммутаторов с воспроизведения шкалы на воспроизведение сигнала.

Транзистор на микросхеме МС13.5 запирается низким потенциалом по базе, и резистор R157 отключается от корпуса осциллографа. Длительность импульсов мультивибратора-расширителя увеличивается до 25 мкс.

Рассмотрим работу устройства формирования шкалы в однократном режиме.

На входе 02 микросхемы МС16.1 задается уровень логический 0 с устройства управления осциллографа.

Микросхемы МС16.3; МС16.4 блокируются уровнем логический 0 с выхода 06 микросхемы МС16.2. Микросхема МС18.1 уровнем логическая 1 на выходе 03 запирает транзистор МС25.1.

После нажатия кнопки В4.1 ПУСК ШКАЛЫ запускается мультивибратор на микросхемах МС18.2; МС18.3. После дифференцирования фронта импульсов мультивибратора транзистор на микросхеме МС25.2 входит в насыщение, и отрицательный импульс с его коллектора подается на счетчики для их установки в нулевое состояние. После дифференцирования среза импульса мультивибратора транзистор на микросхеме МС25.2 выдает отрицательный импульс на триггер коммутации, который устанавливается во второе состояние на воспроизведение шкалы.

Тактовый генератор разблокируется триггером коммутации через транзистор на микросхеме МС22.1 и будет генерировать до тех пор, пока на транзистор на микросхеме МС13.2 не поступит импульс конца счета со счетчика 2. Транзистор МС13.2 разблокируется по эмиттеру потенциалом, близким к нулю, и отрицательный импульс с его коллектора идет на запуск мультивибратора на микросхемах МС17.1; МС17.2. Мультивибратор создает задержку в переключении триггера коммутации в первое состояние на время, необходимое для подсвета первой точки шкалы, соответствующей нулевому состоянию всех счетчиков. От среза импульсов мультивибратора через транзистор на

микросхеме МС21.1 триггер коммутации переключается в первое состояние на воспроизведение исследуемых сигналов. При каждом нажатии кнопки ПУСК ШКАЛЫ шкала воспроизводится один раз. Правый транзистор микросхемы МС21.3 заперт и не влияет на работу усилителей подсвета. При работе устройства формирования шкалы в режиме очередной коммутации можно получить на экране ЭЛТ изображение шкалы без запуска развертки, для чего необходимо нажать кнопку ПУСК ШКАЛЫ. Триггер коммутации переключится в состояние 2 на воспроизведение шкалы и будет находиться в этом состоянии сколь угодно, пока нет запуска развертки.

4.2.II. Схема электрическая принципиальная низковольтного источника питания представлена в приложении 6.

Источники питания плюс 12,6; минус 12,6; плюс 100; минус 80; плюс 200 В стабилизированного напряжения построены по единой принципиальной схеме и состоят из выпрямителя, фильтра и полупроводникового компенсационного стабилизатора напряжения с последовательно включенным регулирующим элементом.

Источник питания плюс 5 В выполнен на микросхеме I42ЕН16.

Выпрямители, нагрузкой которых являются фильтры, выполнены на мостовой схеме. В качестве емкости фильтра используются электролитические конденсаторы К50-24 и К50-27.

Защита источников при коротком замыкании обеспечивается быстродействующими плавкими вставками ВП-2. Стабилитроны Д143 и Д115 типа Д817А, Д133 типа 2С 920А служат для защиты по напряжению регулируемых транзисторов.

Воздействие на регулирующий элемент осуществляется через цепь отрицательной обратной связи, в которую входят источник опорного напряжения и делитель обратной связи. В качестве УИТ используется операционный усилитель на микросхеме I40УД1А.

Для источника УИТ используются напряжения плюс 5,6 и минус 5,6 В, которые снимаются с параметрических стабилизаторов Д103, Д679 и Д104, Д680, подключенных к источникам напряжения плюс 12,6 и минус 12,6 В.

Опорное напряжение для источников 12,6; 100; 200 В является общим и снимается со стабилитрона Д106 типа Д818Г, а для источников минус 12,6 и минус 80 В — со стабилитрона Д105 типа Д818Г. При указанном включении опорных напряжений и источников питания УИТ стабилизаторы плюс 12,6 и минус 12,6 В являются задающими и обеспечивают правильную работу других стабилизаторов. Отсутствие напряжения на выходе одного из этих источников приводит к отсутствию напряжения на выходе у другого и, следовательно, к отсутствию или значительному отклонению напряжения от номинального значения на выходе у остальных источников.

Для обеспечения запуска источника минус 12,6 В установлен стабилитрон Д142 типа Д815Д.

Для предотвращения возбуждения УПТ в стабилизаторе 12,6 В установлены корректирующие цепочки на элементах С277, R 666, С278, R 667, снижающие коэффициент усиления на частоте более высокой, чем частота пульсаций. Конденсатор С282 служит для снижения пульсаций выходного напряжения.

Аналогичные коррекции установлены и в остальных УПТ стабилизаторов.

Установка выходного напряжения в источниках производится с помощью следующих резисторов:

- R 674 - плюс 12,6 В;
- R 677 - минус 12,6 В;
- R 696 - плюс 5 В;
- R 711 - плюс 100 В;
- R 722 - минус 80 В;
- R 741 - плюс 200 В.

Сборки ДМ24, ДМ25, ДМ26, ДМ27, ДМ28 защищают входы УПТ от перегрузок при переходных процессах.

Источник 20 В предназначен для питания высоковольтного преобразователя и включает в себя мостовой выпрямитель Д97-Д100 и фильтр С275. Резистор R 665 предназначен для разряда конденсатора фильтра.

4.2.12. Схема электрическая принципиальная высоковольтного преобразователя представлена в приложении 6.

Автогенератор выполнен на транзисторе ТП14 и трансформаторе Тр1 по схеме с индуктивной обратной связью. Нагрузкой автогенератора является обмотка 1-2 трансформатора Тр1, резистор R 747 служит для ограничения тока базы транзистора ТП14. Цепочка R 752, С315 предотвращает возможную прерывистую генерацию схемы. Устойчивость автогенератора при повышенных температурах обеспечивается за счет резистора R 749.

С высоковольтной обмотки 5-6-8-7 трансформатора Тр1 выходные напряжения через схемы утробения напряжения подаются на катод и послеускоряющий электрод. В схемах выпрямителей использованы малогабаритные кремниевые выпрямительные столбы ШЦ06А.

С отвода 8 трансформатора Тр1 через резисторы R 753, R 754 подается переменное напряжение 200 В через контакты 1, 2 разъема Ш16 на делитель.

Делитель обратной связи выполнен на высокоомных точных резисторах. Это обеспечивает высокую стабильность катодного напряжения.

УПТ выполнен на транзисторах ТП15, ТП16. Для обеспечения высокой стабильности выходных напряжений на входе УПТ применен полевой транзистор ТП16.

Регулирование выходных напряжений преобразователя осуществляется изменением опорного напряжения с помощью переменного резистора R 746.

Конструктивно высоковольтный преобразователь выполнен на ПУ.

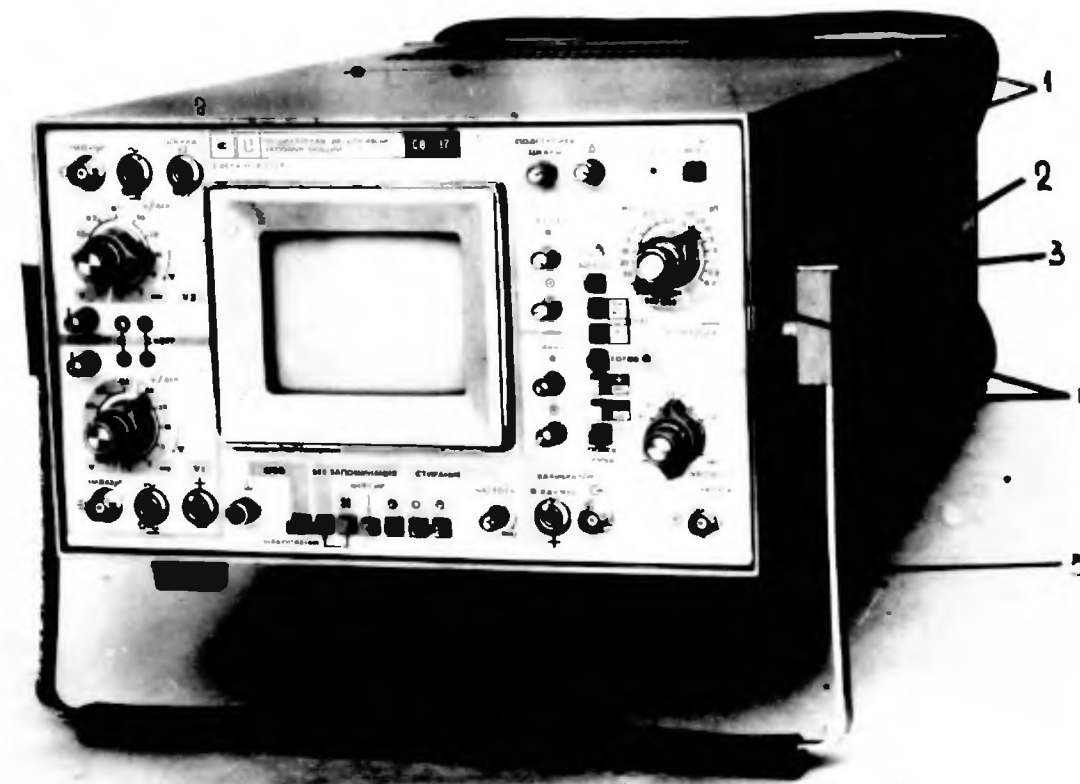
Высоковольтная часть для электрической прочности и устойчивости от климатических воздействий заливается компаундом "Виксинт К-68"

4.3. Конструкция

4.3.1. Прибор выполнен в настольном варианте горизонтального построения (см. рис. 1).

Конструкция и расположение основных конструктивно законченных устройств представлены на рис. 10-16.

Несущий каркас выполнен на основе алюминиевых сляков и состоит из литых передней и задней рам 1 (рис. 10), литых боковых стяжек 2. Верхняя и нижняя крышки 4 ограничивают доступ внутрь изделия. На стенках имеются вентиляционные отверстия.



4 - крышки; 5 - ручка

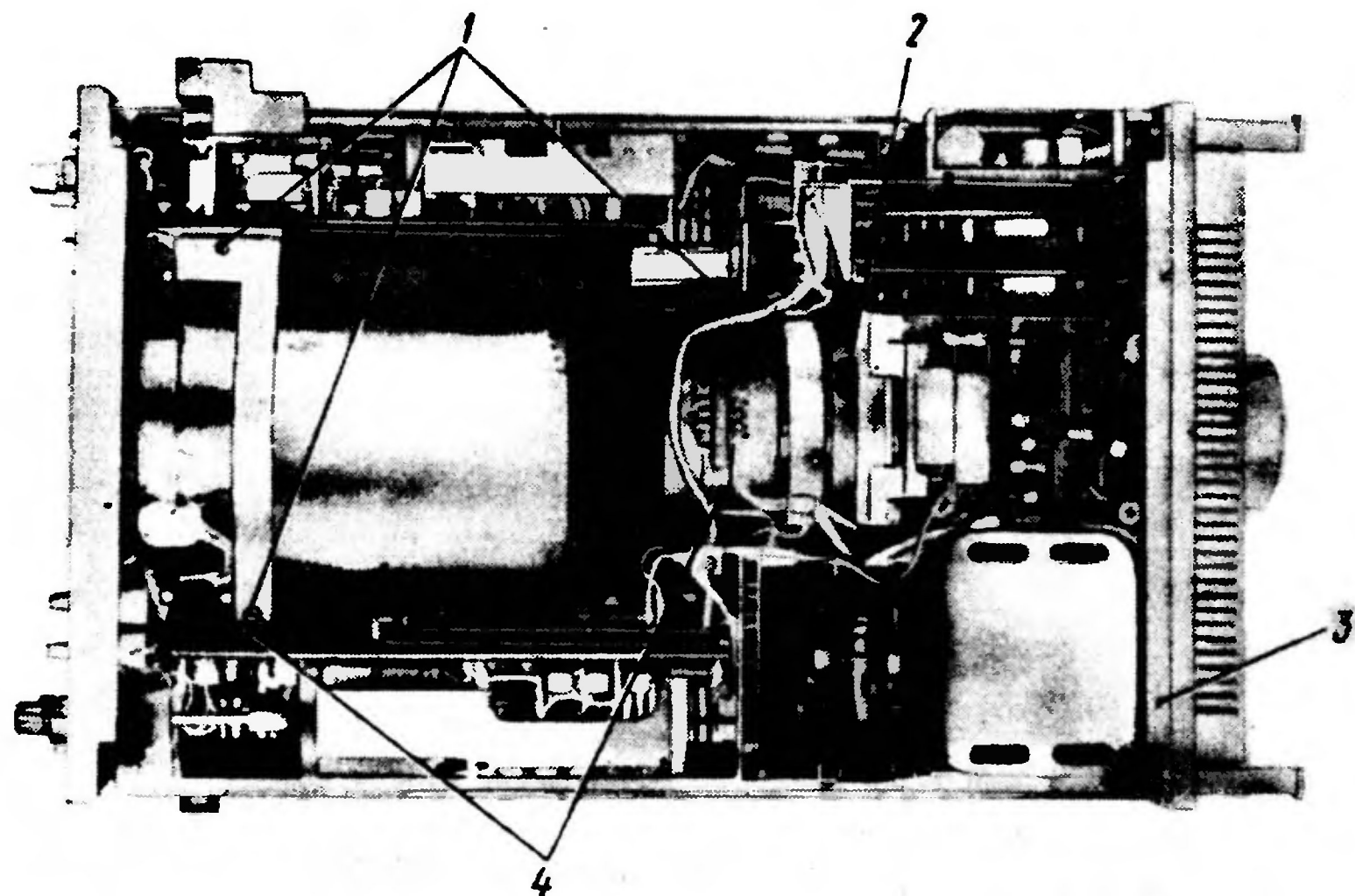


Рис. II. Прибор (вид сверху):
1 - винты; 2 винт; 3 - винт; 4 - скоба



2

1 - счетчик времени наработки; 2 - винт

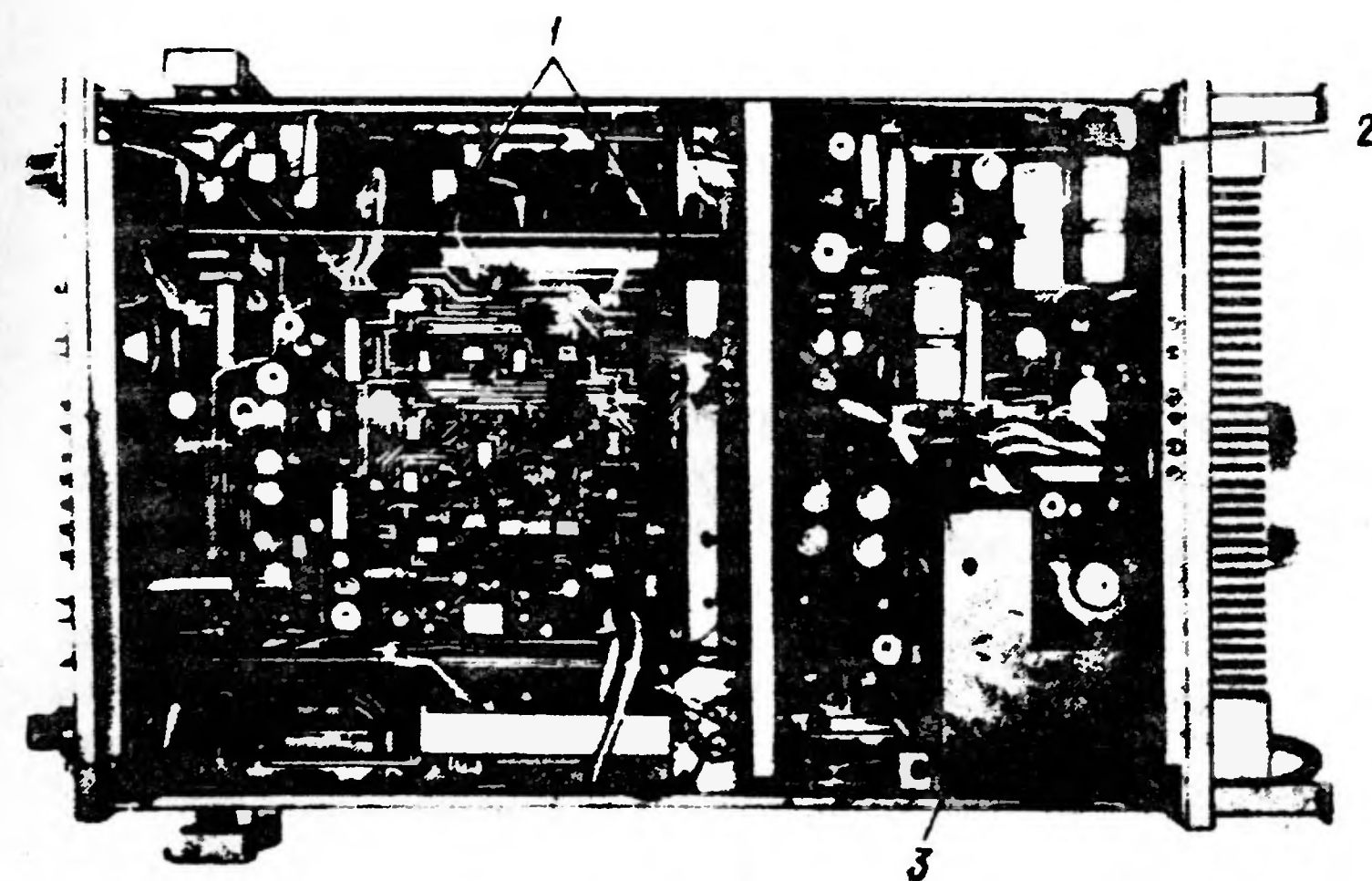


Рис. I3. Прибор (вид снизу):
1, 2, 3 - винты

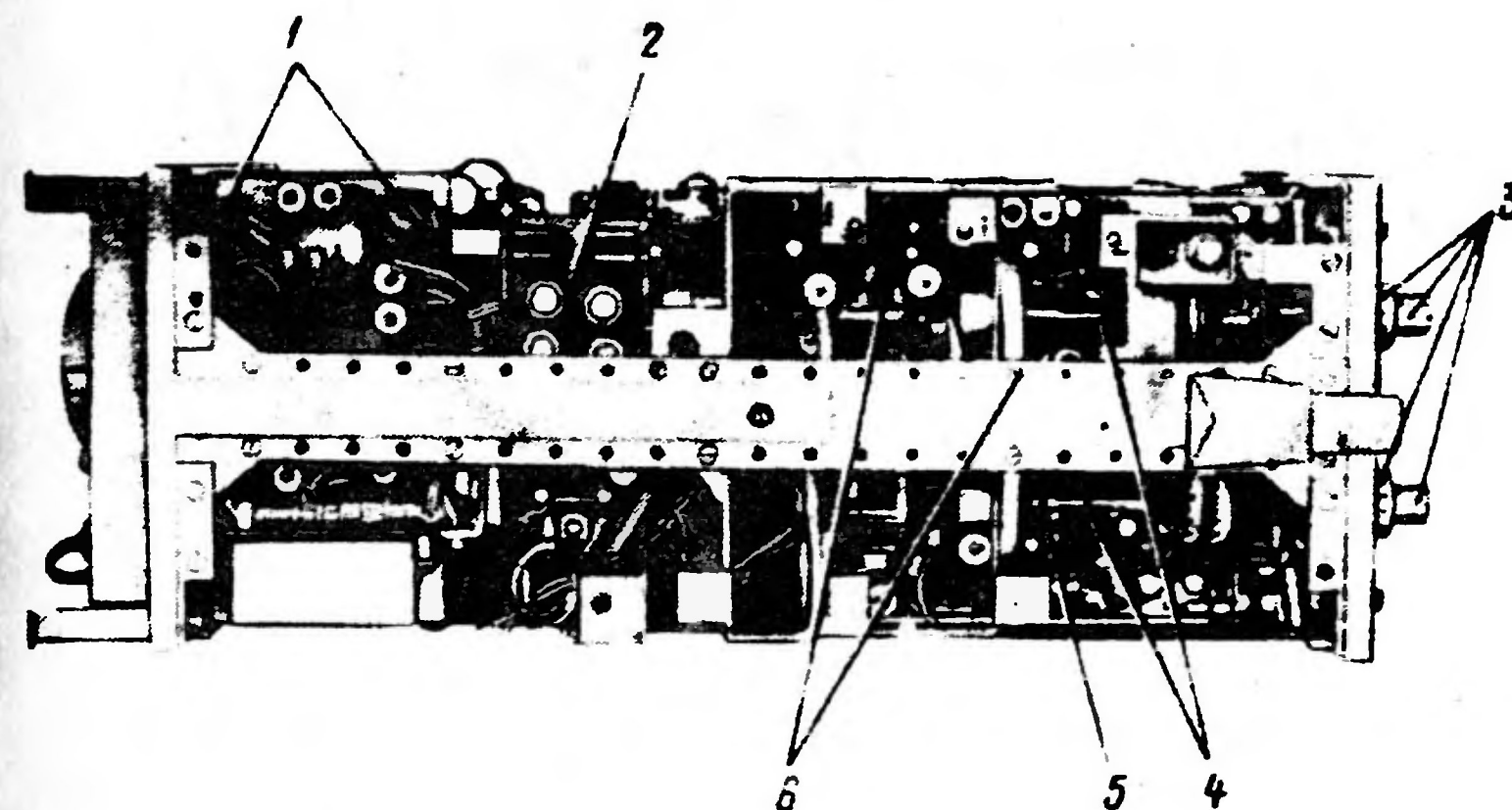


Рис. I4. Прибор (вид слева):
1, 2 - винты; 3 - ручки управления; 4 - ось; 5, 6 - винты

Для переноса прибора предусмотрена переносная ручка 5.

В приборе применена ЭЛТ 13ЛН8.

Корпус и кожух прибора представляют собой электрически замкнутый экран. Применение деталей с электропроводящими покрытиями

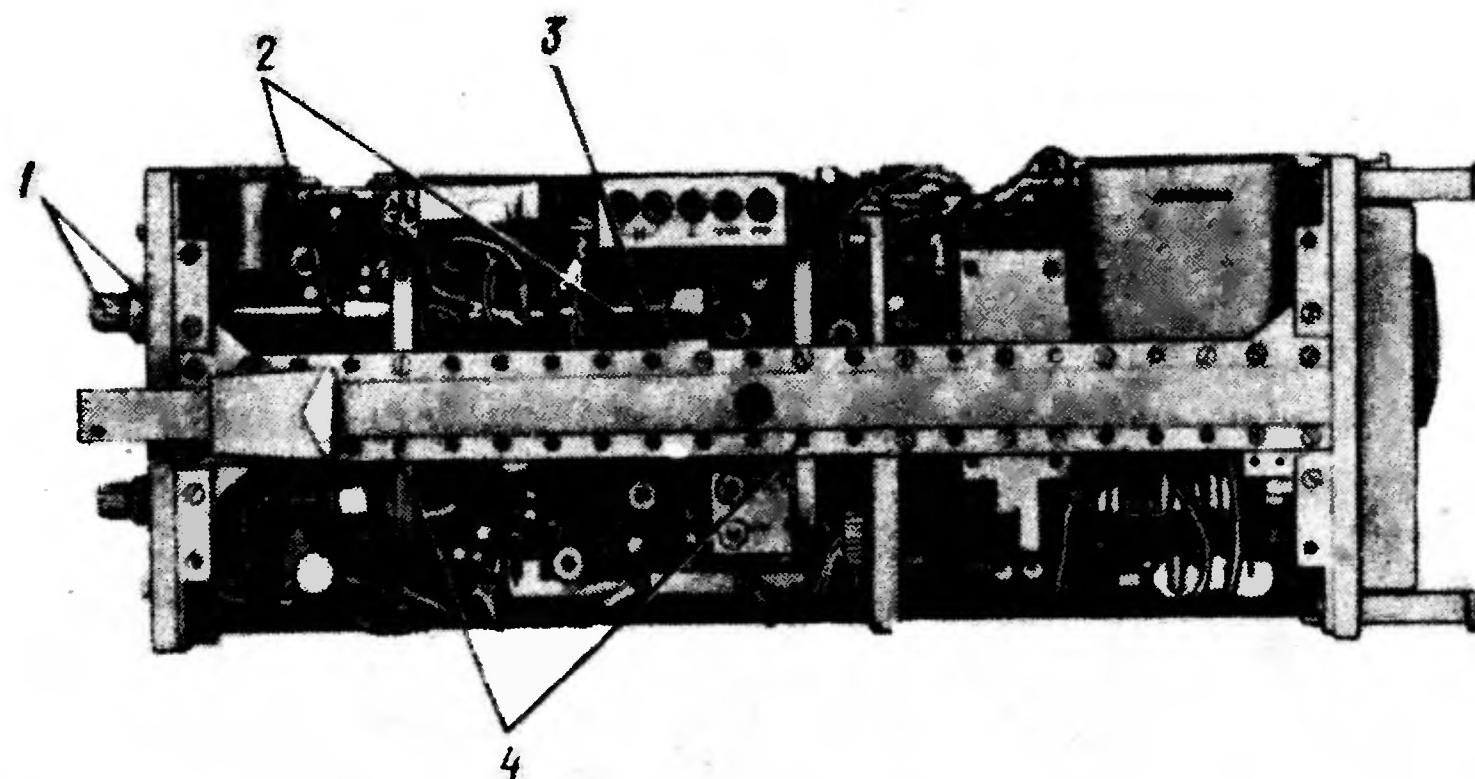


Рис. 15. Прибор (вид справа):
1 - ручки управления; 2 - оси; 3, 4 - винты

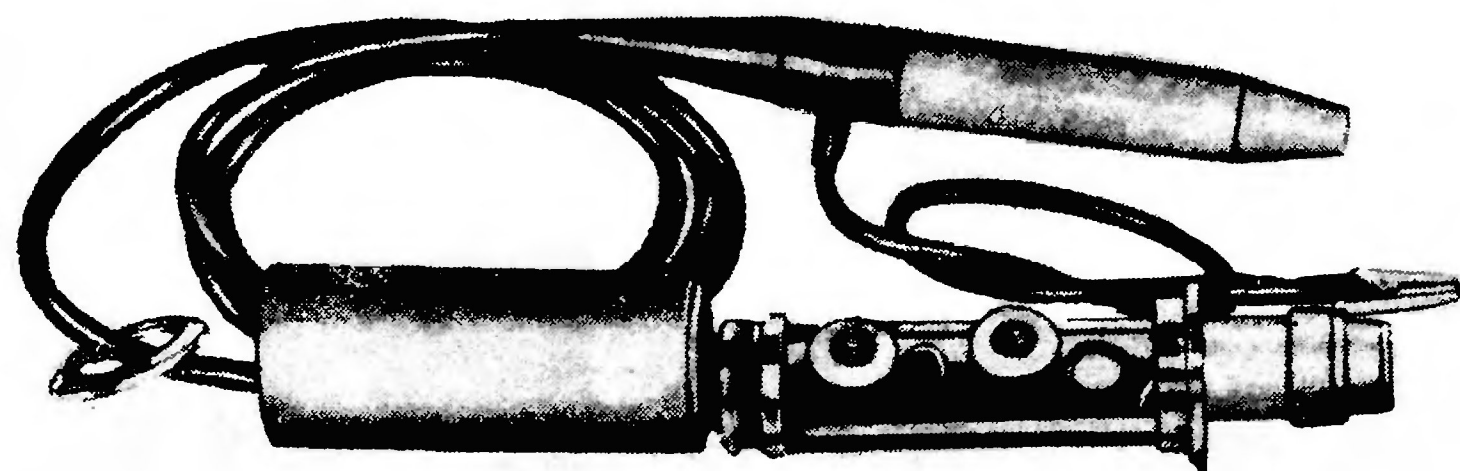


Рис. 16. Делитель выносной I:10

обеспечивает надежный электрический контакт между отдельными устройствами и в приборе в целом.

На задней стенке установлен счетчик времени наработки I (см. рис. 12) типа ИП емкостью 2500 ч.

4.3.2. Основные конструктивно законченные устройства осциллографа:

- предварительный усилитель;
- развертка;
- высоковольтный преобразователь;
- низковольтный источник питания;
- ЭЛТ в магнитном экране.

В состав прибора входят следующие ПУ:

- ПУ устройства управления и формирования шкалы U2;
- ПУ предварительного усилителя U5;
- ПУ цифроаналогового преобразователя U3;

- ПУ развертки U4;
- ПУ делителя U1;
- ПУ оконечных усилителей U6, U7;
- ПУ усилителей подсвета U8, U9;
- ПУ стабилизатора U10;
- ПУ стабилизатора U11;
- ПУ стабилизатора U12;
- ПУ стабилизатора U13;

- ПУ высоковольтного преобразователя U14, входящего в сборочную единицу высоковольтного преобразователя, залитого компаундом;
- ПУ устройства соединительного.

Выносной делитель I:10 (см. рис. 16) конструктивно представляет собой щуп, соединенный с выходной частью кабеля. В корпусе щупа в металлической гильзе смонтированы элементы RC верхнего плеча схемы делителя.

В верхней части закреплен ПУ, на котором смонтированы элементы RC нижнего плеча схемы выносного делителя I:10. Выходная часть его заканчивается разъемом СР-50-74 П.

Все перечисленные функциональные устройства являются конструктивно законченными. ЭЛТ вместе с экраном устанавливается через верх прибора, что обеспечивает хороший доступ к устройствам при сборке и монтаже прибора. Соединение ПУ в приборе осуществляется ленточными жгутами и через однократные штыри и разъемы РТИН.

4.3.3. Силовой трансформатор выполнен на типовом сердечнике ШЛ 20х40. Трансформатор броневое типа помещен в магнитный экран. Намоточные данные трансформатора приведены в приложении 3.

4.3.4. На задней стенке кроме электрохимического счетчика машинного времени установлены гнездо $\rightarrow 2$ и соединительный шнур.

4.3.5. Назначение и расположение органов управления, выведенных на лицевую панель прибора, представлены в табл. 3.

Таблица 3

Органы управления	Назначение	Примечание
1	Для ввода исследуемого сигнала усилителей вертикального отклонения U1 и U2	
2	Для переключения открытого и закрытого входов усилителей вертикального отклонения	

Продолжение табл.3

Органы управления	Назначение	Примечание
$v / \text{ДЕЛ}$	Для выбора калиброванного коэффициента отклонения по вертикали	
	Для перемещения изображения луча по вертикали	
КОРР	Для точной установки калиброванных коэффициентов отклонения	
БАЛАНСИР.	Для уменьшения скачка луча от действия переключателя $v / \text{ДЕЛ}$	
	Для плавного изменения коэффициента отклонения усилителей вертикального отклонения	
$\pm$	Для изменения полярности изображения сигнала усилителя вертикального отклонения У1	
ШКАЛА У2, У1	Для переключения шкалы на луч I или луч 2	
ПОДСТРОЙКА ШКАЛЫ	Для устойчивого изображения шкалы на экране	
	Для регулирования яркости освещения шкалы на экране ЭЛТ	
ШКАЛА ОТКЛ.	Для выключения шкалы	На левой боковой стенке
КОРР Х1	Для точной установки калиброванных коэффициентов развертки по первому лучу	На правой боковой стенке
КОРР Х2	Для точной установки калиброванных коэффициентов развертки по второму лучу	То же

Продолжение табл.3

Органы управления	Назначение	Примечание
БАЛАНСИР.	Для балансировки усилителя вертикального отклонения. Уменьшает смещение луча при вращении ручки плавного регулирования  усилителя У1	На левой боковой стенке Идентичный орган регулирования для усилителя У2
$\sim$	Для переключения открытого и закрытого входа усилителя вертикального отклонения У2	На левой боковой стенке
	Для ввода исследуемого сигнала усилителя вертикального отклонения У2	На левой боковой стенке
ШКАЛА У1 	Для смещения шкалы по вертикали для первого луча	Идентичный орган регулирования для второго луча
ГОТОВ 	Для дистанционной подготовки развертки в однократном режиме	На правой боковой стенке
С внеш.	Для подключения внешнего конденсатора, расширяющего диапазон развертки	То же
СТИР	Для дистанционного стирания записанного изображения	
У2 $\rightarrow$ Х1	Для переключения пластин У на Х	
ЯРКО	Для включения режима работы без запоминания с увеличением яркости	
БЕЗ ЗАПОМИНАНИЯ	Для включения режима без запоминания	
	Для включения режима с запоминанием	
ФОРСИР	Для включения режима форсированного запоминания	

Продолжение табл.3

Органы управления	Назначение	Примечание
●	Для включения режима с запоминанием с увеличением контрастности изображения	
СТИРАНИЕ 	Для включения режима с автоматическим стиранием	
ЧАСТОТА	Для выбора времени воспроизведения при автоматическом стирании	
СТИРАНИЕ 	Для ручного стирания записанного изображения	
ВРЕМЯ/ДЕЛ	Для выбора калиброванного коэффициента развертки	
 АВТ	Для выбора ждущего, разового и автоколебательного режимов развертки	
ГОТОВ	Для подготовки развертки к однократному запуску	
ЗАПУСК	Для выбора источника запуска развертки (У1, У2, СЕТЬ "1:1", "1:10")	
±	Для выбора полярности запуска развертки	
~ ~	Для выбора открытого и закрытого входа развертки	
УРОВЕНЬ	Для выбора уровня напряжения запускающего сигнала, с которого начинается запуск развертки	
↔	Для перемещения изображения луча по горизонтали	
→ ⊙	Для ввода сигнала внешнего запуска развертки	
ЛУЧ 2 	Для регулирования яркости изображения исследуемого сигнала по лучу 2	Идентичные органы регулирования луча I

Продолжение табл.3

Органы управления	Назначение	Примечание
⊙	Для фокусировки луча 2 ЭЛТ	
 0,6 v I кГц	Для переключения вида калибрационного сигнала: импульсного сигнала в виде меандра и постоянного напряжения	
ПОИСК ЛУЧА	Для определения нахождения луча по вертикали	
ПУСК ШКАЛЫ	Для однократного запуска шкалы	
СЕТЬ	Для включения и отключения сети	

5. МАРКИРОВАНИЕ И ПЛОМБИРОВАНИЕ

5.1. Наименование прибора (Осциллограф двухлучевой запоминающий С8-17), условное обозначение прибора (С8-17) наносятся на переднюю панель и правую боковую стенку; заводской порядковый номер, присвоенный при изготовлении, - на заднюю стенку прибора.

5.2. Для обеспечения ремонтных работ предусмотрены следующие маркировки:

а) на ПУ, стенках, шасси и кронштейнах около установленных элементов нанесены позиционные обозначения в соответствии с электрической принципиальной схемой;

б) концы каждого провода в жгуте имеют цифровую маркировку;

в) цвет провода в жгуте указывает его функциональное назначение:

напряжение 5; 12,6; 22; 100; 200 В - красного цвета;

напряжение минус 12,6 - синего цвета;

потенциал корпуса - черного цвета;

переменные напряжения - желтого цвета;

сигнальные цепи - белого цвета.

5.3. Прибор пломбируется с целью ограничения доступа внутрь его. Расположение мест пломбирования показано на рис.10. При транспортировании укладочный ящик ЭИП и транспортная тара пломбируются.

6. ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

6.1. После распаковки прибора проверьте целостность заводских пломб на самом приборе и на ящике ЭИП. Проверьте комплектность прибора согласно разделу 3.

Путем внешнего осмотра убедитесь в отсутствии дефектов и поломок по причине некачественной упаковки или неправильного транспортирования.

6.2. Установите прибор на рабочее место, выполняя следующие требования:

не устанавливайте на прибор приборы неоднотипной конструкции и другие предметы;

в помещении, где установлен прибор, не должно быть источников вибраций и сильных электромагнитных полей;

на прибор не должны попадать прямые солнечные лучи.

Соблюдайте условия эксплуатации прибора, изложенные в разделе I.

Сделайте отметку в формуляре о начале эксплуатации прибора и запишите показания счетчика времени наработки.

До включения прибора ознакомьтесь с разделами 7, 8.

7. УКАЗАНИЯ МЕР БЕЗОПАСНОСТИ

7.1. По степени защиты от поражения электрическим током прибор относится к классу 01 в общепромышленном исполнении и к классу I в экспортном исполнении в соответствии с требованиями ГОСТ 12.2.007.0-75.

7.2. Электробезопасность прибора обеспечивается следующими требованиями:

электрическая прочность изоляции цепи сетевого питания прибора выдерживает без пробоя испытательное напряжение, среднеквадратичное значение которого 1,5 кВ;

величина сопротивления изоляции между цепью сетевого питания прибора и зажимом защитного заземления в условиях повышенной влажности не менее 2 МОм;

величина сопротивления между металлическими нетоковедущими частями, доступными прикосновению, и зажимом защитного заземления не более 0,5 Ом.

В приборе имеются напряжения плюс 3000; 2700; 200; 100 В; минус 80 В, опасные для жизни, поэтому при эксплуатации прибора, контрольно-профилактических и регулировочных работах строго соблюдайте соответствующие меры предосторожности;

перед включением прибора в сеть убедитесь в исправности сетевого соединительного шнура; соедините клемму  с шиной заземления;

при проведении измерений, при обслуживании и ремонте соедините используемые приборы с шиной заземления;

замену любого элемента производите только при отключенном от сети соединительном шнуре;

при регулировании и измерениях в схеме прибора пользуйтесь надежно изолированным инструментом и пробниками.

Во избежание электрического удара в особо опасных местах установлены защитные крышки, нанесены предупредительные знаки .

8. ПОДГОТОВКА К РАБОТЕ

ВНИМАНИЕ! Во избежание выхода ЭЛТ из строя рекомендуется перед включением прибора в сеть ручки  поставить в положение, соответствующее минимальной яркости луча, т.е. в крайнее против часовой стрелки положение.

До включения прибора производите следующие операции:

соедините клемму  с шиной защитного заземления;

убедитесь в наличии сетевого предохранителя;

произведите внешний осмотр прибора, убедитесь в отсутствии механических повреждений и неисправностей;

тумблер СЕТЬ поставьте в выключенное положение;

установите органы управления в исходные положения, указанные в табл.4;

подключите вилку сетевого соединительного шнура к розетке питания.

Включите тумблер СЕТЬ, при этом загорается индикаторная лампочка около тумблера СЕТЬ.

Таблица 4

Органы управления	Обозначение на передней панели осциллографа	Исходные положения
Переключатели	/ДЕЛ	0,1
Резисторы		Среднее положение
Резистор		Среднее положение
Кнопка	НОРМ	Нажата
Переключатель	ВРЕМЯ/ДЕЛ	0,2 мс
Переключатель		
Кнопки	2  АВТ	Нажаты одновременно
Резистор	ЛУЧ 2 	Крайнее против часовой стрелки положение

Продолжение табл.4

Органы управления	Обозначение на передней панели осциллографа	Исходное положение
Резистор	 ЛУЧ I	Среднее положение
Резистор		Крайнее против часовой стрелки положение
Резистор		Среднее положение
Переключатель	ЗАПУСК	У1
Переключатель	ШКАЛА У2 У1	У1
Резистор	ПОДСТРОЙКА ШКАЛЫ	Крайнее против часовой стрелки положение
Резистор		То же

9. ПОРЯДОК РАБОТЫ

9.1. Подготовка к проведению измерений

9.1.1. Выполните операции, изложенные в разделе 8.

9.1.2. После включения прибора убедитесь в его нормальном функционировании путем проверки действия основных органов управления, индикации и нижеуказанной последовательности для лучей У1 и У2:

при нажатой кнопке ПОИСК ЛУЧА медленно вращайте по часовой стрелке ручку  до появления луча на экране ЭЛТ; ручкой  выведите луч на середину экрана; установите оптимальную яркость линии; ручкой  добейтесь оптимальной фокусировки линии развертки;

вращая по часовой стрелке ручки  и ПОДСТРОЙКА ШКАЛЫ, добейтесь появления на экране ЭЛТ шкалы;

установите оптимальную яркость шкалы;

подайте на вход  У1 усилителя вертикального отклонения с помощью кабеля калибрационное напряжение с выхода  КАЛИБРАТОР, на экране ЭЛТ должно появиться изображение сигнала в виде прямоугольных импульсов положительной полярности.

Вращая ручку УРОВЕНЬ, добейтесь стабильного изображения калибрационного сигнала на экране ЭЛТ;

проверить работоспособность прибора путем проверки действия всех органов управления и регулирования, выведенных на лицевую панель.

Назначение основных органов управления и регулирования заключается в следующем:

а) необходимый коэффициент развертки устанавливается с помощью переключателя ВРЕМЯ/ДЕЛ. Этот переключатель обеспечивает выбор любого из 21 фиксированного коэффициента развертки: 0,2; 0,5; 1; 2; 5; 10; 20; 50 мкс/ДЕЛ; 0,1; 0,2; 0,5; 1; 2; 5; 10; 20; 50; 100; 200; 500; 1000 мс/ДЕЛ. При установке ручки ВРЕМЯ/ДЕЛ в положение 0,1 мс на экране ЭЛТ воспроизводится 1 период калибрационного сигнала с частотой следования $1 \pm 0,01$ кГц;

б) переключатель ЗАПУСК служит для выбора источника запуска развертки. Положения переключателя ЗАПУСК У1 и У2 используются при внутреннем запуске развертки исследуемым сигналом, положение СЕТЬ - при запуске развертки внутренним сигналом с частотой сети питания, положения 1:1, 1:10 при запуске развертки внешним сигналом;

в) переключатель + - развертки позволяет выбрать полярность запуска развертки. Положение + переключателя +- используется для запуска развертки фронтом сигнала, а положение - переключателя - для запуска развертки срезами сигнала;

г) переключатель $\sim \simeq$ развертки позволяет выбрать открытый или закрытый вход как при внутреннем запуске развертки, так и при внешнем;

д) ручкой УРОВЕНЬ выбирают уровень сигнала, на котором происходит запуск развертки. При вращении ручки по часовой стрелке уровень запуска смещается в положительном направлении, а при вращении в противоположную сторону уровень запуска смещается в отрицательную сторону. В среднем положении ручки УРОВЕНЬ запуск развертки происходит при уровне, близком к нулевому. В данном случае чувствительность запуска будет максимальной. Если установить уровень запуска равной или большей величины, чем амплитуда запускающего сигнала, то запуск развертки не произойдет. По мере увеличения уровня запуска, то есть по мере вращении ручки УРОВЕНЬ от среднего положения к правому или левому крайним положениям, чувствительность запуска будет увеличиваться. Направление вращения ручки УРОВЕНЬ в правую или левую сторону от среднего положения зависит от установленной полярности переключателя +- развертки. Если переключатель +- стоит в положении +, то ручку УРОВЕНЬ необходимо вращать от правого крайнего положения к центру, а если в положении -, то ручку УРОВЕНЬ необходимо вращать от левого крайнего положения к центру;

е) переключатель  АВТ в развертке позволяет установить автоколебательный, ждущий или однократный режимы работы развертки.

Автоколебательный и ждущий режимы используются для наблюдения как периодических, так и случайных сигналов.

Однократный запуск развертки используется при работе прибора в режиме с запоминанием. Однократный запуск развертки может осуществляться внутренним исследуемым сигналом, сигналом сети питания или внешним сигналом. Проверьте однократный запуск развертки следующим образом:

переключатель ВРЕМЯ/ДЕЛ установите в положение 0,2 мс ;

переключатель ЗАПУСК установите в положение У1;

нажмите кнопку  ;

на вход усилителя У1 в положение 0,1 в переключателя в/ДЕЛ подайте сигнал с собственного калибратора, в этом случае переключатель КАЛИБРАТОР установите в положение  0,6 в 1 кГц; ручкой УРОВЕНЬ добейтесь устойчивого изображения сигнала калибратора;

нажмите кнопку  , изображение должно исчезнуть;

отключите сигнал от входа усилителя У1 и нажмите кнопку ГОТОВ, при этом загорается лампочка ГОТОВ;

подайте сигнал на вход усилителя У1 - развертка запускается один раз, лампочка гаснет; однократный запуск развертки имеется;

ж) ручка  предназначена для перемещения изображения исследуемого сигнала по горизонтали;

и) вращением ручек  в обоих усилителях У1 и У2 можно перемещать изображение исследуемого сигнала на экране ЭЛТ по вертикали;

к) ручки в/ДЕЛ в обоих усилителях У1 и У2 позволяют установить необходимый коэффициент отклонения по каждому усилителю.

Подайте на вход усилителя У1 в положении 0,2 в переключателя в/ДЕЛ сигнал с собственного калибратора. Установите переключатель ЗАПУСК в положение У1. При помощи ручки УРОВЕНЬ добейтесь устойчивого изображения сигнала. Поверните ручку в/ДЕЛ последовательно вправо и влево от положения 0,2 в . При повороте ручки в/ДЕЛ вправо изображение сигнала увеличивается, при повороте влево уменьшается.

Подайте на вход усилителя У2 в положении 0,2 в переключателя в/ДЕЛ сигнала с собственного калибратора.

Проверьте действие переключателя в/ДЕЛ усилителя У2 аналогично проверке по усилителю У1;

л) ручками  плавно регулируется усиление усилителей У1 и У2. Эти ручки совместно с ручками в/ДЕЛ позволяют устанавливать величину изображения сигнала на экране ЭЛТ по вертикальной оси, удобную для исследования.

При измерении параметров сигналов по шкале экрана ручка  должна находиться в положении  . В указанном положении коэффициент отклонения усилителя будет откалиброван в соответствии с опифровкой переключателя в/ДЕЛ. Проверьте действие ручки  повернув ее поочередно по часовой стрелке и против часовой стрелки. При вращении ручки в направлении против часовой стрелки величина изображения сигнала на экране ЭЛТ уменьшается и наоборот;

м) переключатели  и  усилителей позволяют установить открытый и закрытый вход. Проверьте действие переключателей  подавая на вход усилителей сигнал с собственного калибратора при переключении переключателей в/ДЕЛ в положение 0,2 в . Установите переключатель ВРЕМЯ/ДЕЛ в положение 0,2 мс , а переключатель ЗАПУСК в положение У1 или У2. При помощи ручки УРОВЕНЬ получите на экране ЭЛТ устойчивое изображение сигнала. Переключатель  установите в положение , затем в положение  . В положении  переключателей  и  наблюдается перекося вершины сигнала;

н) переключатель  усилителя У1 позволяет инвертировать полярность изображения сигнала на экране ЭЛТ.

Установите линию развертки в центре экрана, на вход усилителя У1 подайте сигнал с собственного калибратора при положении

0,2 в переключателя в/ДЕЛ. Установите переключатель +- усилителя У1 в положение +, на экране ЭЛТ должно наблюдаться положительное изображение сигнала по отношению к горизонтальной оси шкалы. Установите переключатель +- в положение -, изображение сигнала должно инвертироваться по отношению к горизонтальной оси шкалы;

о) ручка  предназначена для установки оптимальной яркости шкалы. Для проверки действия ручки  установите оптимальную яркость шкалы, переключатель ВРЕМЯ/ДЕЛ - в положение 0,1 мс ; переключатель ЗАПУСК - в положение У1, нажмите одновременно кнопки  и  . Медленно вращая по часовой стрелке ручку  , установите оптимальную яркость шкалы;

п) ручка ПОДСТРОЙКА ШКАЛЫ предназначена для получения устойчивого изображения шкалы на экране ЭЛТ

Для проверки действия ручки ПОДСТРОЙКА ШКАЛЫ установите переключатель ВРЕМЯ/ДЕЛ в положение 0,1 мс

Переключатель ЗАПУСК установите в положение СЕТЬ. Нажмите кнопку  . Ручкой УРОВЕНЬ добейтесь появления луча на экране ЭЛТ. Проверьте действие ручки ПОДСТРОЙКА ШКАЛЫ, повернув ее по часовой стрелке и против часовой стрелки. При вращении ручки по часовой стрелке улучшается стабильность изображения шкалы. В крайнем правом положении ручки ПОДСТРОЙКА ШКАЛЫ изображение луча на экране пропадает;

р) переключатель ШКАЛА У2 У1 предназначен для переключения шкалы на экране ЭЛТ на луч 1 или луч 2 соответственно.

Проверьте действие переключателя при помощи ручек ЛУЧ 1  и ЛУЧ 2 . Если переключатель ШКАЛА У2 У1 установлен в положение У1, то фокусировка шкалы должна измениться при вращении ручки ЛУЧ 1, а если переключатель установлен в положение У2, то фокусировка шкалы должна измениться при вращении ручки ЛУЧ 2.

При переключении шкалы переключателем ШКАЛА У2 У1 шкала должна находиться в центральной части экрана ЭЛТ, а размер шкалы по вертикальной оси может изменяться не более чем на 0,1 деления. Совмещение шкал по вертикали производите органами регулирования ШКАЛА У1 , ШКАЛА У2 , расположенными на левой боковой стенке осциллографа;

с) переключателя ЯРКО, БЕЗ ЗАПОМИНАНИЯ; ; ФОРСИР;  обеспечивают следующие режимы работы осциллографа:

- режим без запоминания с усилением яркости изображения ЯРКО;
- режим без запоминания (БЕЗ ЗАПОМИНАНИЯ);
- режим запоминания ();
- форсированный режим запоминания (ФОРСИР);
- режим увеличения контрастности изображения по отношению к фону при запоминании ().

9.1.3. Запоминающий осциллограф является достаточно сложным устройством и имеет ряд особенностей, отличающих его от обычных осциллографов. При его эксплуатации необходимо нажать кнопку СТИРАНИЕ , после чего экран должен иметь менее яркий светл-зеленый фон. Если нажать кнопку , яркость фона должна заметно уменьшаться.

В режиме запоминания и в форсированном режиме запоминания развертка автоматически устанавливается в режим однократного запуска. Для подготовки развертки к запуску перед записью сигнала необходимо нажать кнопку ГОТОВ. При ознакомлении с режимом запоминания не следует работать с хорошо сфокусированным лучом чрезмерной яркости. При проведении рабочей записи следует добиваться хорошей фокусировки оптимальной яркости ручками  и .

Увеличение яркости выше оптимальной ведет к снижению разрешающей способности и порче ЭЛТ. Неоптимальная яркость луча и плохо сфокусированный луч снижают возможности ЭЛТ по скорости записи. Если при работе с прибором в режиме запоминания появилась заметная неравномерность свечения фона экрана или неравномерность свойств запоминания в разных частях экрана, то необходимо провести многократное стирание, нажимая кнопку СТИРАНИЕ . Помимо ручного стирания изображения прибор позволяет производить дистанционное стирание путем замыкания гнезда СТИР. на корпус при помощи коммутлирующего органа (кнопки или тумблера). По желанию оператора после записи сигнала фон может быть уменьшен нажатием кнопки .

9.1.4. Форсированный режим запоминания рекомендуется использовать при исследовании быстро протекающих процессов. В этом режиме скорость записи увеличивается не менее чем в 5 раз. Для реализации требуемой скорости записи необходимо производить тщательную фокусировку и подбор яркости луча и непосредственно перед записью производить подготовку мишени к записи путем нажатия кнопки СТИРАНИЕ . Все рекомендации, указанные при работе с режимом запоминания, используйте и при работе в форсированном режиме запоминания.

Подготовка прибора в режиме без запоминания с усилением яркости изображения аналогична подготовке в режиме без запоминания со значительным уменьшением яркости лучей.

9.1.5. Автоматическая запись, воспроизведение записанного процесса, стирание и последующая запись обеспечиваются в режиме работы прибора с запоминанием и в форсированном режиме запоминания.

Для включения автоматического стирания необходимо нажать кнопку СТИРАНИЕ . Вращением ручки ЧАСТОТА можно регулировать время воспроизведения изображения сигнала. Автоматический режим стирания удобно использовать для подбора необходимой яркости и фокусировки луча при подготовке прибора к записи сигнала. При этом необходимо добиться запуска развертки исследуемым сигналом для получения непрерывного цикла.

9.1.6. При одновременном нажатии кнопок БЕЗ ЗАПОМИНАНИЯ  прибор устанавливается в режим накопления. Режим накопления используется при наличии периодичности исследуемого сигнала, но не исключает и однократную запись.

В режиме накопления воспроизводящий прожектор запирается и с экрана ЭЛТ исчезает фон. Для наблюдения изображения сигналов после их записи прибор необходимо перевести в режим запоминания. Предварительную установку яркости и фокусировку луча производите в режиме без запоминания.

Для повышения скорости записи в режиме накопления необходимо запустить развертку несколько раз, то есть записать исследуемый сигнал без вращения ручек  и . В режиме накопления развертку можно устанавливать в ждущий или однократный режим нажатием кнопки  или .

9.1.7. Прибор готов к проведению измерений через 15 мин после включения.

9.1.8. Для подготовки прибора к измерениям амплитудных и временных параметров исследуемых сигналов необходимо провести калибровку коэффициентов отклонения и развертки каналов вертикального и горизонтального отклонения.

Калибровку производите в режиме без запоминания. Перед проверкой калибровок проверьте балансировку усилителей У1 и У2. При вращении ручки $v/ДЕЛ$ скачок линии развертки не должен превышать одно деление. В противном случае, пользуясь органом регулирования БАЛАНСИР, выведенным под шлиц на лицевой панели, добейтесь скачка линии развертки, равного одному делению.

При вращении ручки $\swarrow \searrow$ усилителей У1 и У2 смещение линии развертки не должно превышать одно деление. В противном случае, пользуясь органом регулирования БАЛАНСИР, выведенным под шлиц на левой боковой стенке осциллографа, добейтесь смещения линии развертки, равного не более одного деления. Для проверки коэффициентов отклонения и коэффициентов развертки органы управления осциллографом установите в следующие положения:

$v/ДЕЛ$ - 0,1 В ;
кнопка Z - нажата;
ВРЕМЯ/ДЕЛ - 1 мс ;
ЗАПУСК - У1;
ручка плавного усиления - $\swarrow \searrow$;
переключатель $\sim \approx - \approx$;
ШКАЛА У2 У1 - У1.

На вход усилителя У1 подайте калибрационный сигнал с выхода собственного калибратора. Ручкой УРОВЕНЬ добейтесь устойчивой синхронизации. Пользуясь ручкой $\longleftrightarrow$, переместите изображение так, чтобы 10 периодов калибрационного сигнала заняли 10 делений шкалы по горизонтали. Если на 10 делениях помещается больше или меньше чем 10 периодов сигнала органом регулирования КОРР Х1, выведенным под шлиц на правой боковой стенке прибора, откорректируйте развертку. Для луча 2 корректировку развертки производите органами регулирования КОРР Х2 в положении переключателя ШКАЛА У2 У1 - У1. Ручкой $\updownarrow$ в усилителе У1 установите изображение сигнала так,

чтобы оно заняло шесть делений по вертикали. Если изображение сигнала занимает больше или меньше шести делений органом регулирования КОРР, выведенным под шлиц на лицевой панели, откорректируйте усилитель У1. Аналогично проверьте калибровку коэффициентов отклонения усилителя У2.

При проведении измерений при работе с выносными делителями I:10 производите их частотную компенсацию.

Компенсацию выносного делителя I:10 производите следующим образом:

а) соедините вилку выносного делителя I:10 с одним входным разъемом усилителя У1;

б) установите органы управления на передней панели осциллографа в следующие положения:

кнопка Z - нажата;
ВРЕМЯ/ДЕЛ - 10 мс ;
 $v/ДЕЛ$ - 10 мВ ;
ЗАПУСК - У1 ;
ШКАЛА У2 У1 - У1 ;

в) подайте на вход выносного делителя I:10 с выхода калибратора (положение $\sqcup \sqcap$ 0,6 В 1 кГц) испытательный сигнал;

г) при величине изображения на экране, равной шести делениям, регулируйте подстроечный конденсатор компенсации СЗ через отверстия в выходной части выносного делителя I:10 до получения лучшей характеристики прямоугольного сигнала, форма которого приведена на рис.17.

Примечания: 1. Подтвердите проверкой соответствие достигнутой компенсации при меньшем размере изображения (переключатель $v/ДЕЛ$ в положении 0,1 В У1 аналогично обоим входам усилителя У2).

2. Если для компенсации выносного делителя I:10 используется другой источник прямоугольных сигналов, а не калибратор прибора, то длительность фронта прямоугольных сигналов, не должна превышать 2 мкс, а частота повторения испытательного сигнала не должна превышать 5 кГц.

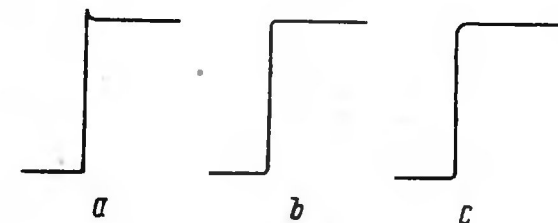


Рис. 17. Компенсация выносного делителя I:10:

а - перекомпенсация; б - правильная компенсация;
с - недокомпенсация

9.2. Проведение измерений

9.2.1. Прибор имеет следующие режимы работы развертки:

автоколебательный;
здуший;
однократный.

Выбор режима развертки осуществляется следующим образом.

При нажатии кнопки  включается однократный режим развертки. Подготовка развертки к запуску производится вручную нажатием кнопки ГОТОВ. Однократный режим удобен при фотографировании сигналов, так как исключает запуск развертки случайным сигналом и предотвращает засвечивание фотопленки. При исследовании сигналов большей скорости с частотой следования менее 100 Гц яркость осциллограммы становится очень малой. Целесообразно такие сигналы исследовать в режиме без запоминания с увеличением яркости изображения или в режиме с запоминанием при однократном запуске развертки.

Измерения параметров осциллографируемых сигналов производите, используя калиброванную шкалу. Для уменьшения погрешностей при измерении в приборе применена электрическая шкала в виде пересечения вертикальных и горизонтальных линий, состоящих из точек. Шкала разделена на шесть вертикальных и десять горизонтальных делений. Каждое деление разбито на пять малых делений. Коэффициент отклонения по вертикали и коэффициент развертки калиброваны относительно делений шкалы. Для уменьшения погрешности измерения исследуемого сигнала предусмотрена возможность переключения шкалы (ШКАЛА У2, У1) на тот усилитель, на который подан исследуемый сигнал.

Мелькание шкалы при переключении коэффициентов развертки и при изменении частоты исследуемых сигналов уменьшаются ручкой ПОДСТРОЙКА ШКАЛЫ. Яркость шкалы регулируется ручкой .

В режимах работы прибора с запоминанием и при однократном режиме запуска развертки предусмотрен запуск шкалы от кнопки ПУСК ШКАЛЫ. После каждого нажатия кнопки ПУСК ШКАЛЫ происходит однократный запуск шкалы – воспроизведение одного кадра шкалы.

Подачу исследуемых сигналов на усилитель осуществите или непосредственно на входные гнезда $\rightarrow$ У1 или $\rightarrow$ У2, или через выносной делитель 1:10. При непосредственной подаче максимально допустимая величина входного сигнала на открытом входе не должна превышать 100 В. Суммарная величина постоянного и переменного напряжений на закрытом входе не должна превышать 300 В. Исследуемая цепь при непосредственной подаче нагружается, кроме входной емкости прибора 42 пФ, емкостью соединительного кабеля. Входное активное сопротивление прибора на непосредственном входе – 1 МОм. Максимально допустимая амплитуда исследуемого сигнала при работе с выносным делителем 1:10 не должна превышать 500 В. Входное активное сопротивление прибора при работе с выносным делителем – 10 МОм, входная емкость не более 15 пФ.

Выбор источника и вида запуска развертки производите переключателем ЗАПУСК следующим образом. Как правило, рекомендуется использовать внутренний запуск развертки исследуемым сигналом. При

этом обеспечивается наименьшая нагрузка исследуемой цепи и не требуется специальный сигнал для запуска. Однако, в этом случае управление моментом появления сигнала на развертке ограничено возможностями ручки УРОВЕНЬ.

Если требуется управлять моментом появления сигнала на развертке в широких пределах и имеется соответствующий сигнал для запуска, этот сигнал необходимо использовать для синхронизации развертки в режиме внешнего запуска. Если частота исследуемого сигнала синхронна с частотой сети питания, рекомендуется использовать внутренний запуск развертки от сети питания. Сигнал запуска может подаваться на запуск развертки без ослабления (положение 1:1) или с ослаблением в 10 раз (положение 1:10). В положении 1:1 максимальный диапазон регулирования уровня запуска составляет ± 1 В, в положении 1:10 составляет ± 10 В. Максимальный по амплитуде сигнал, который может быть подан на внешний вход запуска развертки, составляет 5 В в положении 1:1 и 50 В – в положении 1:10. Входное активное сопротивление в положение 1:1 составляет 510 ± 51 кОм, в положении 1:10 – $5,6 \pm 0,56$ МОм. Открытый или закрытый вход запуска выбирайте переключателем $\sim \infty$ развертки. Однократный вход можно использовать для запуска развертки сигналами в диапазоне частот от постоянного тока до 1 МГц. Закрытый вход блокирует постоянную составляющую запускающего сигнала, а также ослабляет частоты ниже 100 Гц. Закрытый вход можно использовать для устранения влияния низкочастотных шумов на запуск развертки.

Для определения мгновенного значения напряжения сигнала относительно нулевого потенциала (корпуса прибора) измерьте напряжение между точкой (участком) сигнала по вертикали и нулевым положением луча, то есть положением линий развертки на экране прибора при отсутствии входного сигнала. Измеренное расстояние умножьте на коэффициент отклонения, установленный переключателем V/ДЕЛ. Результат дает величину измеряемого напряжения.

Для определения напряжения между двумя любыми точками или частями сигнала измерьте расстояние по вертикали между этими точками на изображении по шкале и умножьте это расстояние (в делениях) на коэффициент отклонения, установленный переключателем V/ДЕЛ.

Для измерения временного интервала между двумя точками или частями сигнала измерьте расстояние по горизонтали между этими точками (участками) на изображении сигнала по шкале и умножьте это расстояние (в делениях) на коэффициент развертки, установленный переключателем ВРЕМЯ/ДЕЛ.

Время нарастания сигнала измерьте при величине изображения сигнала равной шести делениям. Время нарастания определяется как интервал времени, в течение которого ПХ нарастает от уровня 0,1 до уровня 0,9 установившегося значения.

Фотографирование однократных сигналов производите следующим образом.

Установите коэффициент отклонения и коэффициент развертки, требуемые для получения изображения исследуемого сигнала. Запустите развертку в ждущем режиме каким-либо сигналом, например, от сети питания, нажав кнопку . Периодически нажимая кнопку ГОТОВ, установите яркость луча, достаточную для получения записи на фотопленке. Добейтесь оптимальной фокусировки луча. Периодически нажимая кнопку ПУСК ШКАЛЫ, установите яркость шкалы, достаточную для получения записи. Подключите исследуемый сигнал ко входу осциллографа. Выберите запуск развертки синхронно с исследуемым сигналом (либо исследуемым сигналом, либо внешним). Присоедините тубус. Фотографирование производите фотоаппаратом "Зенит-Е" с объективом "Гелиос-44". Между объективом и фотоаппаратом установите переходное кольцо из комплекта тубуса. Присоедините фотоаппарат к тубус. Сфокусируйте объектив на изображение сигнала. Откройте затвор фотоаппарата, произведите запуск развертки и пуск шкалы и закройте затвор.

9.2.2. Работу с прибором в режиме запоминания производите следующим образом.

Предварительно до включения запоминания подготовьте прибор к работе в режиме без запоминания. Установите в соответствии с исследуемым сигналом коэффициент развертки и коэффициент отклонения. Если исследуемый сигнал однократный, то подготовку можно производить на эквивалентном по скорости и напряжению периодическом или однократном сигнале. Установите устойчивый запуск в ждущем режиме. Переведите развертку в однократный режим запуска, нажав кнопку . Нажав кнопку ГОТОВ и производя периодический запуск развертки, установите необходимую для наблюдения яркость эквивалентного сигнала. Переведите прибор в режим запоминания, нажав кнопку . Для облегчения подготовки прибора можно включить автостирание, нажав кнопку СТИРАНИЕ . Запустите для работы автостирания развертку, нажав кнопку ГОТОВ. Установите желаемую частоту стирания, вращая ручку ЧАСТОТА. На пробных записях эквивалентного сигнала установите необходимую яркость и фокусировку луча при помощи ручек  и . Если необходимо измерять параметры исследуемого сигнала, можно записать шкалу на экране прибора, предварительно ручками ПОДСТРОЙКА ШКАЛЫ и  установив четкое изображение и оптимальную яркость ее в ждущем режиме развертки.

Подключите вход прибора к исследуемому устройству. Подготовьте развертку к запуску, нажав кнопку ГОТОВ. Горячая лампочка ГОТОВ свидетельствует о готовности развертки к запуску. После прихода ис-

следуемого сигнала и запуска развертки лампочка погаснет. Для записи шкалы на экране ЭЛТ нужно нажать кнопку ПУСК ШКАЛЫ. Если в приборе установлен режим автостирания, то после установленного при помощи ручки ЧАСТОТА времени воспроизведения произойдет стирание изображения сигнала и разблокировка развертки, о чем будет свидетельствовать загоревшаяся лампочка ГОТОВ.

В режиме без автостирания можно производить повторные записи сигналов без стирания ранее записанного изображения. Для этого достаточно нажать кнопку ГОТОВ. При наличии сигнала произойдет запуск развертки и появится новая запись изображения сигнала. Если производится повторная запись сигнала, то при вращении ручек  и  можно получить изображение исследуемого сигнала в разных частях экрана ЭЛТ.

Прибор позволяет сохранять изображение сигнала после выключения прибора с последующим включением в сеть питания не раньше чем через 3 мин и не позднее чем через 7 суток после выключения.

При включении прибора ранее чем через 3 мин возможно стирание или замазывание изображения сигнала. Для сохранения изображения необходимо перед включением прибора установить ручку  в крайнее против часовой стрелки положение, отключить от прибора сигналы.

9.2.3. Режим X-Y может использоваться для различных видов измерений, например, для исследования фигур Лиссажу.

Для включения этого режима необходимо тумблер У2-Х1 установить в положение У2-Х1. При этом выход усилителя У2 подключается к горизонтально отклоняющим пластинам первого луча. Полоса пропускания усилителя У2 уменьшается до значения не менее 500 кГц, а максимальная чувствительность — до значения не более 1,6 мВ/деление. Усилитель У2 обеспечивает динамический диапазон по горизонтали не менее 40 мм (5 делений).

Подсвет обоих лучей происходит только при запуске развертки. При работе в X-Y режиме для обеспечения нормального подсвета осциллограммы необходимо устанавливать соответствующую скорость развертки. Запускайте развертку в ждущем или колебательном режиме от исследуемого сигнала, поданного на усилитель У1 или У2.

Для исследования медленных процессов можно установить автоколебательный режим работы развертки без синхронизации исследуемым сигналом, при этом переключатель ВРЕМЯ/ДТЛ — в положении, соответствующем быстрой развертке.

В этом случае можно получить точечный подсвет осциллограммы.

9.3. Погрешности измерения амплитуд и временных интервалов

9.3.1. С помощью прибора могут исследоваться сигналы различных форм: прямоугольные, трапецеидальные (симметричные и несимметричные) с линейными экспоненциальными фронтами и срезом, колоколообразные, треугольные, синусоидальные, косинусквадратные и др.

Погрешности измерения параметров исследуемых сигналов определяются погрешностями воспроизведения сигналов и погрешностями измерения параметров осциллограммы на экране прибора.

Погрешности воспроизведения сигналов определяются, в основном, параметрами ПХ вертикального тракта (временем нарастания, неравномерностью вершины и др.) и погрешностями коэффициентов отклонения и коэффициентов развертки.

Погрешности измерения параметров осциллограммы определяются визуальными погрешностями обмера измеряемого параметра по шкале экрана ЭЛТ. При методе измерения по калиброванной шкале к этим погрешностям, в первую очередь, относятся погрешность совмещения линии изображения сигнала с рисками шкалы и погрешность отсчета положения линии изображения относительно делений шкалы, а также погрешности, вызванные неточностью определения различных уровней, например, уровня 0,5 амплитуды при определении длительности импульса на этом уровне или уровней 0,1 и 0,9 амплитуды при определении длительности фронта импульса.

Величины визуальных погрешностей зависят от ширины линии луча и от расстояния между двумя измеряемыми точками на изображении сигнала.

При коэффициентах перекрытия, в 2-2,5 раза больших коэффициентов отклонения и коэффициентов разверток, номинальными размерами изображения для прибора будут 24 мм по вертикали и 32 мм по горизонтали.

Погрешности воспроизведения различных по форме сигналов, а следовательно, и погрешности измерения параметров этих сигналов, так, например, погрешности измерения амплитуд импульсных сигналов с плоской вершиной (прямоугольные, трапецеидальные) будут меньше, чем погрешности измерения амплитуд сигналов, не имеющих плоской вершины (колоколообразные, треугольные и т.д.) даже при одних и тех же длительностях, амплитудах, фронтах и частотах повторения сигналов. Поэтому ниже приводятся погрешности измерения параметров некоторых характерных форм сигналов.

9.3.2. Погрешности измерения амплитуды и длительности импульсов прямоугольной формы рассчитываются по формулам, приведенным в ГОСТ 22737-77.

Погрешность измерения амплитуды импульсов прямоугольной формы $\Delta_{\text{и}}$ рассчитывается по формуле (1):

$$\Delta_{\text{и}} = \sqrt{\delta_{\text{к.о.}}^2 + \delta_{\text{н}}^2 + \delta_{\text{виз.п.}}^2} \quad (1)$$

где $\delta_{\text{к.о.}}$ - погрешность коэффициента отклонения, %;
 $\delta_{\text{н}}$ - неравномерность ПХ, %;
 $\delta_{\text{виз.п.}}$ - визуальная погрешность амплитуды, %.

Визуальная погрешность амплитуды $\delta_{\text{виз.п.}}$ определяется по формуле (2):

$$\delta_{\text{виз.п.}} = \frac{0,4 \cdot o}{h} \cdot 100, \quad (2)$$

где o - ширина линии луча, мм;
 h - размер изображения по вертикали, мм.

Погрешность измерения длительности импульса прямоугольной формы $\Delta_{\text{т}}$ рассчитывают по формуле (3):

$$\Delta_{\text{т}} = \sqrt{\delta_{\text{к.р.}}^2 + \delta_{0,5\text{и}}^2 + \delta_{\text{виз.т.}}^2} \quad (3)$$

где $\delta_{\text{к.р.}}$ - погрешность коэффициента развертки, %;
 $\delta_{0,5\text{и}}$ - погрешность, вызванная неточностью определения уровня 0,5 амплитуды, %;
 $\delta_{\text{виз.т.}}$ - визуальная погрешность длительности, %.

Погрешность, вызванная неточностью определения уровня 0,5 амплитуды $\delta_{0,5\text{и}}$ определяется по формуле (4):

$$\delta_{0,5\text{и}} \approx \frac{0,4 \cdot b}{h} \sqrt{\text{tg}^2 \alpha_1 + \text{tg}^2 \alpha_2} \cdot 100 \quad (4)$$

где h - размер изображения по вертикали, мм;
 b - ширина линии луча, мм;
 α_1 - угол, образованный фронтом импульса и вертикальной линией шкалы, град;
 α_2 - угол, образованный спадом вершины импульса и вертикальной линией шкалы, град.

Визуальная погрешность длительности $\delta_{\text{виз.т.}}$ определяется по формуле (5):

$$\delta_{\text{виз.т.}} \approx \frac{0,4b}{1} \cdot 100, \quad (5)$$

где b - ширина линии луча, мм;
 1 - размер изображения по уровню 0,5 амплитуды, мм.

Зная составляющие погрешностей измерения (погрешности коэффициентов отклонения и коэффициентов разверток, величину неравномерности ПХ и др.) в каждом конкретном случае, в зависимости от условий измерения, способа подачи сигнала на вход прибора, размера изображения сигнала на экране ЭЛТ, можно по формуле (1) и (3) рассчитать погрешность измерения амплитуды и длительности импульса прямоугольной формы.

Величина основной погрешности измерения амплитуды импульсов прямоугольной формы длительностью не менее 1,75 мкс будет не более 4,7 % для минимального размера изображения импульса по вертикали и 3,7 % для максимального (шесть делений) размера изображения импульса по вертикали.

Расчет величины основной погрешности измерения длительности импульса прямоугольной формы на уровне 0,5 амплитуды для импульсов длительностью от 2 мкс и более произведен для минимального размера изображения импульса по горизонтали при двух значениях размера изображения импульса по вертикали - при минимальном (2,4 деления) и максимальном (шесть делений), при углах α_1 и α_2 , образованных фронтом и срезом импульса и вертикальными линиями шкалы, равных 45° .

Расчетная основная погрешность измерения длительности импульса прямоугольной формы при минимальном изображении импульса составляет 4,81 % и при максимальном изображении импульса - 4,3 %.

9.3.3. В табл.5 приведены основные параметры некоторых характерных форм сигналов, которые могут измеряться прибором с величиной основной погрешности измерения амплитуды и длительности, не превышающей 5 %.

Таблица 5

Вид сигнала	Параметры входного сигнала		
	фронт, мкс, не менее	длительность, мкс, не менее	частота повторения, кГц, не более
Трапецеидальный импульс с линейным фронтом и срезом	1,4	1,75	260

Продолжение табл. 5

Вид сигнала	Параметры входного сигнала		
	фронт, мкс, не менее	длительность, мкс, не менее	частота повторения, кГц, не более
Трапецеидальный импульс с экспоненциальным фронтом и срезом	1,05	1,75	170
Колоколообразный импульс	1,75	2,45	143
Треугольный импульс	3,5	4,2	110
Синусоидальный импульс	1,05	2,1	260
Косинусквадратный импульс	1,05	1,75	260

9.3.4. Для проведения измерений параметров сигналов с наименьшими погрешностями соблюдайте следующие условия:

следите за тем, чтобы подключение прибора оказывало возможно малое влияние на работу исследуемого устройства;

выберите коэффициент отклонения и коэффициент развертки таким образом, чтобы измеренная часть сигнала имела возможно больший размер в пределах рабочей части экрана в направлении измерений, т.е. по вертикали при измерении напряжений и по горизонтали при измерении временных интервалов;

располагайте измеряемую часть сигнала по возможности в средней части экрана.

10. ВОЗМОЖНЫЕ НЕИСПРАВНОСТИ И МЕТОДЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ, ПРАВИЛА РАЗБОРКИ И СБОРКИ, МЕТОДЫ НАСТРОЙКИ

10.1. Перечень возможных неисправностей и методы их устранения

10.1.1. Поиск неисправностей начинайте с установки органов управления в положения, указанные в табл.4.

Перечень возможных неисправностей, их вероятные причины, а также методы устранения приведены в табл.6.

Таблица 6

Неисправность	Вероятная причина	Метод устранения
Не включается напряжение (не загорается сигнальная лампочка СЕТЬ)	Не подключен шнур питания к прибору Обрыв шнура питания Перегорел предохранитель сети питания Неисправен тумблер включения сети питания	Подключите шнур питания Исправьте Смените предохранитель Смените тумблер
При включении прибора перегорают предохранитель ПрI	Повреждение в одном из стабилизаторов Замыкание одной из вторичных обмоток трансформатора	Отыщите поврежденный элемент и замените его Устраните неисправность
При включении прибора не работает один из расположенных на ПУ стабилизаторов	Повреждение в электронном стабилизаторе Недопустимая нагрузка на соответствующий стабилизатор за счет замыканий	Отыщите поврежденный элемент и замените его Отыщите замыкание и устраните его
Нет лучей на экране ЭЛТ	Ассиметрия в усилителе вертикального отклонения Не подается высокое напряжение на ЭЛТ (в режиме запоминания фон экрана)	Проверьте режимы в соответствии с таблицами напряжений и замените неисправный элемент Проверьте контакты в панельке ЭЛТ и в высоковольтном блоке питания

Продолжение табл. 6

Неисправность	Вероятная причина	Метод устранения
	Неисправна ЭЛТ Неисправен генератор развертки или усилитель подсвета	Замените Проверьте генератор развертки по загоранию и потуханию лампочки ГОТОВ, запуская развертку в однократном режиме Проверьте режимы в соответствии с таблицами напряжений, найдите неисправный элемент и замените его
Нет шкалы на экране ЭЛТ	Неисправен цифроаналоговый преобразователь или устройство управления и формирования шкалы	Проверьте режимы в соответствии с таблицами напряжений, найдите неисправный элемент и замените его
При подаче на вход усилителя сигнала на экране ЭЛТ нет изображения	Повреждение в устройствах, с помощью которых подается сигнал на вход усилителя Повреждение во входном усилителе Повреждение в переключателе входа Повреждение в усилителе	Найдите и отремонтируйте неисправный элемент Найдите и отремонтируйте Найдите и отремонтируйте Проверьте режимы в соответствии с таблицами напряжений и замените неисправный элемент
Не калибруется коэффициент отклонения (не устанавливается требуемый размер изображения от сигнала калибратора)	Повреждение в калибраторе Повреждение во входном делителе	Найдите поврежденный элемент и замените его Найдите неисправность и устраните ее

Продолжение табл.6

Неисправность	Вероятная причина	Метод устранения
Не работает генератор развертки	Поврежден высоковольтный блок питания (напряжение катода ниже или выше нормы)	Проверьте и исправьте
	Поврежден переключатель В1	Проверьте и исправьте
	Поврежден переключатель В8	Проверьте и исправьте
	Поврежден один из транзисторов схемы	Проверьте режимы в соответствии с таблицами напряжений и замените неисправный элемент
Нет калибрационного сигнала	Нет контакта в разъеме П2	Проверьте и исправьте
	Неисправен один из элементов схемы Т13, Т14 или МС3	Проверьте режимы в соответствии с таблицами напряжений и замените неисправный элемент
При нажатии кнопки не происходит стирание сигнала	Неисправен переключатель В1	Проверьте и исправьте
	Поврежден один из элементов схемы	Проверьте режимы в соответствии с таблицами напряжений и замените неисправный элемент
Не обеспечивается работа осциллографа в режиме с автоматическим стиранием	Неисправен переключатель В1	Проверьте и исправьте
	Неисправен переменный резистор R 778	Смените резистор
	Нет контакта в разъеме П2	Проверьте и исправьте

Продолжение табл.6

Неисправность	Вероятная причина	Метод устранения
	Неисправна микросхема МС1	Проверьте режимы в соответствии с таблицами напряжений и замените неисправный элемент

10.1.2. Для обеспечения ремонтных работ в приборе предусмотрены соответствующие маркировки (см. раздел 5).

10.1.3. Если устранение неисправностей связано с необходимостью замены какого-либо элемента (детали), вышедшего из строя, необходимо, чтобы заменяющий элемент (деталь) отвечал техническим требованиям.

Заменяемые при ремонте полевые транзисторы развертки Т54 необходимо отбирать по напряжению затвор-исток $U_{зи}$, равному 0,7-1,2 В, при токе стока $I_{ст}$, равном 2 мА.

После замены необходимо произвести проверку напряжений в контрольных точках устройств.

Если заменяемая деталь влияет на параметры прибора, необходимо произвести настройку согласно подразделу 10.3.

10.2. Правила разборки и сборки

10.2.1. При ремонте необходимо:
отключить прибор от сети питания;
повернуть винт 3 (см. рис. 10) влево и снять верхнюю и нижнюю крышки 4;

с внутренней стороны прибора отвернуть три винта 2 (см. рис. 13) и снять заднюю стенку прибора.

10.2.2. Замена ЭЛТ производится следующим образом:
отверните винты 2 (см. рис. 11) и снимите скобы 4;
отверните винт 2 (см. рис. 12) в задней части экрана;
отсоедините контакты П31, П52 от ЭЛТ;
отпаяйте контакты ЭЛТ от переходных расшивок и от переключателя У2-Х1;

снимите панель ЭЛТ;
отверните винт 2 хомута (см. рис. 11);
осторожно извлеките ЭЛТ вместе с экраном через верх прибора;
снимите хомут, стягивающий ЭЛТ, предварительно отвернув его винты;

извлеките ЭЛТ из экрана.

Сборку производите в обратном порядке.

10.2.3. Чтобы снять высоковольтный преобразователь У14, снимите розетку Ш24, корпусы Ш25, Ш26, отверните четыре винта 3 (см.рис.13).

10.2.4. Предварительный усилитель У5 извлеките из прибора следующим образом:
снимите ручки управления 3 (см.рис.14);
выведите, оси 4, ослабив винты 5;
отверните винты 6;
рассоедините все разъемы и отпаяйте два проводника;
отводя предварительный усилитель назад, снимите его через верх или низ прибора.

10.2.5. Развертка У4 вынимается следующим образом:
снимите ручки управления I (см.рис.15);
выведите оси 2, ослабив винты 3;
отверните винты 4;
рассоедините все разъемы;
извлеките развертку через верх или низ осциллографа.

10.2.6. Устройство управления и формирования шкалы У2 вынимается следующим образом;

рассоедините все разъемы;
выведите цифроаналоговый преобразователь X из разъемного соединения, предварительно рассоединив три разъема;
отверните шесть винтов I (см.рис.13);
отверните устройство назад и выведите из передней стенки осциллографа.

10.2.7. Чтобы снять усилитель подсвета, выведите его из разъемного соединения.

10.2.8. Стабилизатор У10 снимается следующим образом:
отсоедините выводы;

отверните два винта I (см.рис.14) и снимите экран;
отверните четыре винта крепления стабилизатора.

10.2.9. Оконченные усилители У6, У7 снимаются в следующем порядке:

рассоедините все разъемы;
отверните два винта 2 (см.рис.14).

10.2.10. Для ремонта стабилизаторов У11 и У12 выведите стабилизаторы из разъемного соединения вверх.

10.2.11. Замену силового трансформатора произведите следующим образом:

снимите электромагнитный экран, вывернув два винта крепления экрана;

отверните четыре винта крепления трансформатора к шасси;
снимите трансформатор.

Сборку производите в обратном порядке.

10.3. Методы настройки после ремонта

10.3.1. После ремонта необходимо проверить основные характеристики прибора, приведенные в разделе I2 и, при необходимости, произвести регулирование.

10.3.2. После каждого ремонта производите проверку величины питающих напряжений с помощью вольтметра В7-23 в контрольных точках, расположенных сверху на вертикальном соединительном устройстве. Если величины напряжений отличаются от требуемых, осуществите подстройку с помощью следующих резисторов:

R 696 - плюс 5 В;
R 674 - плюс 12,6 В;
R 677 - минус 12,6 В;
R 722 - минус 80 В;
R 711 - плюс 100 В;
R 741 - плюс 200 В.

Величина пульсаций при этом не должна превышать: 3 мВ для источников плюс 5 В, плюс 12,6 В и минус 80 В; 10 мВ для источника плюс 100 В; 20 мВ для источника плюс 200 В.

С помощью киловольтметров С50 и С96 на штырях Ш47 и Ш48 высоковольтного преобразователя проверьте высоковольтные напряжения плюс 3000 В и минус 2700 В. Если величины напряжений отличаются от указанных, произведите подстройку напряжения минус 2700 В с помощью резистора R746.

10.3.3. Если замененная деталь влияет на параметры прибора, произведите подстройку.

Элементы подстройки делителя:

и I - для установки потенциалов на модуляторе I ЭЛТ;
R 8, R 12 - для установки пределов фокусировки луча I;
R 9, R 13 - для установки пределов фокусировки луча 2;
R 15 - для установки потенциала на модуляторе 2 ЭЛТ.

Элементы подстройки устройства управления и формирования шкалы:

R44 - для регулирования амплитуды форсирующих импульсов;
R66, R67 - для установки напряжения на коллекторе;
R84 - для установки частоты следования калибрационных импульсов;
R 31 - для установки калибрационного напряжения.

Элементы подстройки цифроаналогового преобразователя X:

R249 - для смещения шкалы луча I по горизонтали;

R264 - для смещения лучей I и 2 по горизонтали;

R255 - для регулирования размера шкалы луча I по горизонтали;

R258 - для регулирования усиления усилителя XI;

R273 - для регулирования среднего потенциала на выходе усилителя XI.

Элементы подстройки развертки:

R302 - для изменения чувствительности синхронизатора;

R363 - для установки нулевого потенциала на завороте полевого транзистора T54;

R371 - для установки необходимой амплитуды пилообразного напряжения;

R338 - для установки необходимой величины опорного напряжения;

CI43 - для регулирования скорости разверток на диапазонах от 0,2 до 10 мкс;

R414 - для перемещения шкалы луча 2 по горизонтали;

R429 - для совмещения лучей I и 2 по горизонтали;

R421 - для регулирования размера шкалы луча 2 по горизонтали;

R446 - для регулирования среднего потенциала на выходе усилителя X2.

Элементы подстройки усилителей Y:

CI71, C204, C205 - для подстройки входной емкости при прямом включении переключателя V /ДЕЛ;

CI69, C219, C207 - для подстройки входной емкости в положениях I; 2; 5 переключателя V /ДЕЛ;

CI76, C220, C218 - для подстройки входной емкости в положениях 0,1; 0,2; 0,5 переключателя V /ДЕЛ;

CI75, C213, C215 - для компенсации входных делителей в положениях 0,1; 0,2; 0,5 переключателя V/дел;

CI74, C203, C214 - для компенсации входных делителей в положениях I; 2; 5 переключателя V /ДЕЛ;

C225, C229 - для подстройки коэффициента подавления синфазных сигналов на высоких частотах;

R501 - для установки среднего потенциала на выходе предварительного усилителя UI;

R516 - для регулирования размера шкалы луча I по вертикали;

R529 - для подстройки коэффициента подавления синфазных сигналов на высоких частотах;

R533 - для подстройки коэффициента подавления синфазных сигналов на низких и высоких частотах;

R538 - для выравнивания потенциалов на базах микросхемы MC57;

R586 - для установки среднего потенциала на выходе предварительного усилителя Y2;

R602 - для регулирования размера шкалы луча 2 по вертикали;

R609 - для установки нулевого потенциала на выходе усилителя синхронизации;

R618, R629 - для выравнивания потенциалов на коллекторах транзисторов T85, T86.

Элементы подстройки оконечного усилителя:

RI7 - для регулирования коэффициента усиления.

Элементы подстройки усилителя подсвета:

C265 - для коррекции формы импульса подсвета.

Элементы подстройки высоковольтного преобразователя:

R746 - для установки величины выходных напряжений преобразователя.

Элементы подстройки, расположенные в базе прибора:

R766, R767 - для установки напряжений на вторых анодах запишывающих прожекторов ЭЛТ;

R770 - для установки напряжения на аноде 3 ЭЛТ;

R773 - для установки напряжения на модуляторе воспроизведения прожектора.

10.3.4. При нарушении влагозащитного покрытия ПУ в процессе эксплуатации и ремонта прибора поврежденные места очистите бязевым тампоном, смоченным спирто-бензиновой смесью, просушите в течение 30-40 мин при температуре от 291 до 308 К (от 18 до 35 °C). затем покройте двумя слоями лака УР-231 и просушите в течение 5-6 ч при температуре от 291 до 308 К (от 18 до 35 °C).

Регулирование выносного делителя I:10 производите после ремонта и в случае обнаружения несоответствия параметров техническим данным. На ПУ в выходной части выносного делителя I:100 расположены органы регулирования:

R2 - настройка формы переходной характеристики;

R3 - настройка формы переходной характеристики;

C3 - регулирование компенсации.

Конденсатор CI в схеме выносного делителя I:10 подбирается из следующих номиналов:

KT2 - ПЗЗ - 7,5 пФ ± 5 %;

KT2 - ПЗЗ - 8,2 пФ ± 5 %;

KT2 - ПЗЗ - 9,1 пФ ± 5 %.

Необходимость замены конденсатора CI на один из вышеуказанных номиналов конденсаторов может возникнуть при невозможности произвести компенсацию делителя подстроечным конденсатором C3.

Регулирование выносного делителя I:IO производится следующим образом:

- установите органы регулирования в выходной части выносного делителя I:IO (R2, R3, C3) в среднее положение;
- произведите операции по компенсации, описанные в разделе 9;
- произведите проверку и настройку времени нарастания и формы импульса переменными резисторами R2 и R3.

II. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

II.1. С целью обеспечения постоянной исправности и готовности прибора к использованию по прямому назначению соблюдайте установленные в этом разделе порядок и правила технического обслуживания прибора.

II.2. Внешний осмотр прибора предусматривает:

- проверку крепления органов управления и регулирования, плавности их действия и четкости фиксации;
- проверку состояния лакокрасочных и гальванических покрытий;
- проверку исправности кабелей и комплектности прибора.

II.3. Контроль внутреннего состояния монтажа и устройств прибора предусматривает:

- проверку крепления устройств, состояния контрвки резьбовых соединений, наличия сколов и трещин на деталях из пластмасс;
- удаления пыли, грязи и коррозии;
- принятие мер по защите корродирующих мест.

12. ПОВЕРКА ПРИБОРА

12.1. Введение

Данный раздел устанавливает методы и средства периодической поверки прибора при его эксплуатации.

Порядок поверки прибора определяется ГОСТ 8.311-78.

Периодичность поверки в соответствии с этим государственным стандартом устанавливается:

для приборов, подлежащих государственной поверке, - органами государственной метрологической служб;

для приборов, подлежащих ведомственной поверке, - органами ведомственной метрологической служб.

Рекомендуемая периодичность проведения поверки - один раз в год при наработке не менее 1000 ч в год.

12.2. Операция и средства поверки

12.2.1. При проведении поверки производите операции и применяйте средства поверки, указанные в табл.7.

Таблица 7

Номер пункта раздела поверки	Наименование операции	Поверяемые отметки	Допускаемые значения погрешностей или предельные значения определяемых параметров	Средства поверки	
				образцовые	вспомогательные
12.4.1	Внешний осмотр	-	-		-
12.4.2.	Опробование	-	-		ИИ-ИИ
12.4.3	Определение ширины лямпы лучей	В центре, у верхней и у нижней границ шкалы	Не более 1 мм		ИИ-ИИ
12.4.4.	Определение погрешности коэффициента отклонения	Во всех положениях переключателя V/ДЕЛ	4 %	ИИ-9	
12.4.5.	Определение погрешности коэффициента развертки	Во всех положениях переключателя ВРЕМЯ/ДЕЛ	4 %	ИИ-9	
12.4.6.	Определение времени нарастания	Во всех положениях переключателя V /ДЕЛ	Не более 350 нс	ИИ-ИИ	
12.4.7.	Определение величины выборок ПХ	То же	5 %	ИИ-ИИ	
12.4.8	Определение неравномерности вершины изображения	То же	2 %	ИИ-ИИ	

Примечания: 1. Вместо указанных в табл.7 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 и иметь свидетельства (отметки в формулярах или паспортах) о государственной или ведомственной поверке.

3. Операции, по пп.12.4.6-12.4.8 должны проводиться только при выпуске приборов из ремонта.

Основные технические характеристики средств поверки указаны в табл.8.

Таблица 8

Наименование средства поверки	Основные технические характеристики		Рекомендуемое средство поверки (тип)	Примечание
	пределы измерения	погрешность		
<u>Основные средства поверки</u>				
Калибратор осциллографов импульсный (калибратор)	Диапазон амплитуд от 300 мкВ до 100 В	$\pm(2,5 \cdot 10^{-3} + 3 \text{ мкВ})$	ИИ-9	Т-период повторения
	Диапазон периода следования от 100 нс до 10 с	$\pm 10^{-4} \text{ Т}$		
	Неравномерность	Не более 1 %		
Генератор испытательных импульсов (генератор)	Длительность импульса от 1 до 100 мкс		ИИ-II	
	Длительность фронта 10 нс			
	Выброс	1 %		
	Неравномерность	1 %		
<u>Вспомогательные средства поверки</u>				
Генератор импульсов (генератор)	Период повторения 10 мкс-200 мс	Погрешность установки $\pm 0,1 \text{ Т}$	Г5-63	Т-период повторения τ -длительность импульса
	Длительность импульса 0,1-1000 мкс	Погрешность установки $\pm(0,1 \tau + 30 \text{ нс})$		
	Амплитуда импульса $6 \cdot 10^{-3}$ -60 В			

Продолжение табл.8

Наименование средства поверки	Основные технические характеристики		Рекомендуемое средство поверки (тип)	Примечание
	пределы измерения	погрешность		
Генератор импульсов (генератор)	Длительность импульса от 5 нс до 500 мс Амплитуда сигнала 10 В Частота повторения 20 нс - 1 с	Погрешность установки $\pm(0,1 \tau + 3 \text{ нс})$	ИИ-II	

12.3. Условия поверки и подготовка к ней

12.3.1. При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

температура окружающей среды $293 \pm 5 \text{ К}$ ($20 \pm 5 \text{ }^{\circ}\text{C}$);
атмосферное давление $100 \pm 4 \text{ кПа}$ ($750 \pm 30 \text{ мм рт.ст.}$);
напряжение источника питания $220 + 4,4 \text{ В}$, частотой $50 \pm 0,5 \text{ Гц}$ и $60 \pm 0,6 \text{ Гц}$ и содержанием гармоник не более 5 %.

Примечание. Допускается проведение поверки в условиях, реально существующих в цехе, лаборатории и отличающихся от нормальных, если они не выходят за пределы рабочих условий на изделия и на контрольно-измерительную аппаратуру, применяемую при поверке.

12.3.2. В помещении, в котором проводится поверка, не должно быть источников сильных электрических и магнитных полей, которые могут повлиять на результаты измерений, а также механических вибраций и сотрясений.

12.3.3. Перед проведением операции поверки выполните подготовительные работы, оговоренные в разделе 8:

разместите прибор на рабочем месте, обеспечьте удобство работы и исключите попадание на экран ЭЛТ прямых солнечных лучей;
подготовьте вспомогательные устройства (кабели, нагрузки, аттенуаторы и т.д.) из комплектов прибора и образцовых средств поверки;

соедините проводом клемму $\oplus$ на задней стенке прибора с шиной защитного заземления;

подключите прибор и контрольно-измерительную аппаратуру к сети питания 220 В, $50 \pm 0,5$ Гц или $60 \pm 0,6$ Гц;

включите прибор и контрольно-измерительную аппаратуру и дайте прогреться в течение времени, установленного для данной аппаратуры.

12.4. Проведение поверки

12.4.1. При проведении внешнего осмотра проверьте следующее: наличие и целостность пломб;

комплектность на соответствие разделу 3 и требованиям раздела 6;

нет ли механических повреждений крышек, передней панели, регулировочных и соединительных элементов и устройств, нарушающих работу прибора или затрудняющих поверку;

наличие и прочность крепления органов управления и коммутации, четкость фиксации их положений, плавность вращения органов настройки; наличие плавких вставок, счетчика времени наработки;

чистоту гнезд, разъемов и клемм;

состояние кабелей и переходников;

состояние лакокрасочных покрытий и четкость маркировок;

нет ли отсоединившихся или слабо закрепленных элементов (определяется на слух при наклонах прибора).

12.4.2. Опробование работы прибора проводите для оценки его исправности.

Опробование работы прибора начинайте с проверки его работы при нажатой кнопке БЕЗ ЗАПОМИНАНИЯ в автоколебательном режиме в соответствии с пунктом 9.1.2.

Затем производите калибровку коэффициентов отклонения и развертки как указано в пункте 9.1.8.

Поверку работы органов установки коэффициента развертки производите следующим образом.

Установите органы управления прибором в положения:

V/ДЕЛ - в положение 0,1;

переключатель ∞ - в положение ∞ ;

ВРЕМЯ/ДЕЛ - в положение 0,2 мс;

ЗАПУСК - в положения I:I; +; ∞ ;

ШКАЛА У2 У1 - в положение У1;

КНОПКА Z - нажата.

Генератор ИИ-ИИ установите в режиме внутреннего запуска. Вход У1 с помощью тройника СР-50-95П соедините с выходом генератора ИИ-ИИ и входом синхронизации прибора. Установите длительность

положительного импульса генератора равной 1 мкс, что соответствует пяти делениям шкалы ЭЛТ по горизонтали; частоту повторения - равной 100 мкс; амплитуду импульса - равной четырем делениям шкалы по вертикали. Ручками УРОВЕНЬ и ПОДСТРОЙКА ШКАЛЫ добейтесь устойчивого изображения импульса и шкалы на экране ЭЛТ.

Увеличивая фиксированное значение коэффициента развертки, наблюдайте уменьшение ширины импульсов на экране ЭЛТ. При достижении ширины изображения импульса одного деления длительность импульса увеличивайте так, чтобы ширина изображения импульса на экране ЭЛТ снова была равной пяти делениям по горизонтали. Увеличивая фиксированное значение коэффициента развертки и соответственно изменяя длительность импульса, проверьте все фиксированные значения коэффициента развертки. При этом соответственно увеличивайте период повторения импульсов.

Поверку работы прибора в режиме внутреннего запуска производите следующим образом.

Установите органы управления прибором в положения:

V/ДЕЛ - в положение 0,1;

переключатель ∞ - в положение ∞ ;

ВРЕМЯ/ДЕЛ - в положение 0,5 мс;

ЗАПУСК - в положения У2; +; ∞ ;

ШКАЛА У2 У1 - в положение У2;

кнопка Z - нажата.

На вход $\rightarrow$ У2 подайте импульс с генератора ИИ-ИИ длительностью 1 мкс, периодом повторения 100 мкс. Амплитуду сигнала установите равной четырем делениям шкалы ЭЛТ по вертикали. Ручкой УРОВЕНЬ и при необходимости ручкой ПОДСТРОЙКА ШКАЛЫ добейтесь устойчивого изображения импульса на экране ЭЛТ. Измените величину изображения импульса до 0,3 делений шкалы ЭЛТ. Уменьшение амплитуды импульса не должно приводить к срыву синхронизации. При необходимости ручками УРОВЕНЬ и ПОДСТРОЙКА ШКАЛЫ добейтесь устойчивого изображения сигнала.

Аналогично произведите поверку по входу $\rightarrow$ У1.

Поверку работы органов регулирования коэффициента отклонения производите следующим образом.

Установите органы управления прибором в положения:

ВРЕМЯ/ДЕЛ - в положение 0,2 мс;

ЗАПУСК - в положения +; ∞ ;

ШКАЛА У2 У1 - в положение У2;

кнопка Z - нажата;

V/ДЕЛ - в положение I мВ;

переключатель ∞ - в положение ∞ .

С генератора Г5-63 подайте синхроимпульс на гнездо внешнего запуска прибора. На вход $\rightarrow$ У2 подайте импульс с генератора Г5-63 длительностью 0,5 мс и периодом повторения 1 мс. Амплитуду сигнала установите равной пяти делениям шкалы ЭЛТ по вертикали. Добейтесь ручками УРОВЕНЬ и ПОДСТРОЙКА ШКАЛЫ устойчивого изображения сигнала. Увеличивайте фиксированное значение коэффициента отклонения до достижения высоты импульса одного деления по вертикали. Амплитуду импульса генератора Г5-63 снова увеличивайте так, чтобы высота изображения была равна пяти делениям по вертикали. Проверьте все фиксированные значения коэффициента отклонения. На одном фиксированном положении коэффициента отклонения проверьте работоспособность плавного регулирования коэффициента отклонения. Установите величину изображения импульса равной пяти делениям шкалы ЭЛТ по вертикали, поверните ручку $\nearrow \searrow$ против часовой стрелки, изображение импульса должно уменьшаться не менее чем в 2,5 раза.

12.4.3. Определение ширины линии луча производите следующим образом.

Органы управления прибором установите в положения:

У /ДЕЛ - в положение 5V ;
ВРЕМЯ/ДЕЛ - в положение 2 мс ;
кнопка Z $\nearrow \searrow$ - нажаты;
ШКАЛА У2 У1 - в положение У1.

Генератор ИИ-ИИ установите в режим внутреннего запуска.

На вход $\rightarrow$ У1 подайте с генератора ИИ-ИИ импульс длительностью 50 мкс, периодом следования 100 мкс и амплитудой 2-5 В. При помощи ручек УРОВЕНЬ и ПОДСТРОЙКА ШКАЛЫ установите на экране ЭЛТ две горизонтальные линии. Ручкой $\updownarrow$ переместите изображение к верхней границе шкалы. Установите минимальную яркость, удобную для измерения, и оптимальную фокусировку.

Измените амплитуду импульсов до значения U_1 , при котором светящиеся линии соприкасаются. Ширину линии луча по вертикали в делениях вычисляют по формуле (6):

$$\Delta b = \frac{U_1}{\Delta b} \quad (6)$$

где U_1 - амплитуда импульса, В;

Δb - коэффициент отклонения по вертикали, В/деление.

Аналогично определите ширину линии луча в центре и у нижней границы шкалы.

Подайте импульс на вход $\rightarrow$ У2 и аналогично определите ширину линии луча 2.

Результаты считаются удовлетворительными, если ширина линии луча не превышает 1 мм.

12.4.4. Определение погрешности коэффициента отклонения производите следующим образом.

Собалансируйте усилители У1 и У2 в соответствии с указаниями, изложенными в разделе 9.

Органы управления прибора установите в следующие положения:

кнопка Z - нажата;
переключатель $\approx \infty$ - в положение $\approx$;
ручка плавного усилителя - в положение $\nearrow \searrow$;
ВРЕМЯ/ДЕЛ - в положение 0,5 мс ;
ЗАПУСК - в положения У2, +, $\approx$;
ШКАЛА У2 У1 - в положение У2.

Ручкой ПОДСТРОЙКА ШКАЛЫ добейтесь стабильности шкалы, ручкой $\updownarrow$ установите ее оптимальную яркость. На вход $\rightarrow$ У2 последовательно во всех положениях переключателя У /ДЕЛ подайте калиброванный импульсный сигнал с калибратора ИИ-9 с амплитудой, обеспечивающий отклонения луча на 4 деления шкалы.

Нажмите кнопку ДЕВИАЦИЯ калибратора МИИ-9, размер изображения сигнала установите равным требуемому числу делений шкалы в зоне ± 1 деление от центральной вертикальной оси, при этом изображение должно располагаться симметрично относительно горизонтальной оси шкалы.

По шкале калибратора ИИ-9 определите отклонение установленного значения напряжения в процентах от номинального.

В положении 5V переключателя У /ДЕЛ проверку производите, кроме того, на двух и шести делениях шкалы. Для определения погрешности коэффициента отклонения при работе с выносным делителем 1:10 на вход осциллографа через выносной делитель 1:10 в положении 0,1 переключателя У /ДЕЛ с калибратора ИИ-9 подайте сигнал величины, обеспечивающей размер изображения, равный шести делениям шкалы, и определите отклонение установленного напряжения от номинального по шкале калибратора ИИ-9.

Аналогично производите проверку по усилителю У1, при этом переключатель ШКАЛА У2, У1 установите в положение У1. Тумблер +- может быть в любом положении.

Результаты считаются удовлетворительными, если погрешность коэффициента отклонения на двух и четырех делениях шкалы не превышает 4 %, погрешность коэффициента отклонения на шести делениях шкалы не превышает 3 %, а при работе с выносным делителем 1:10 погрешность коэффициента отклонения не превышает 10 %.

12.4.5. Определение погрешности коэффициента развертки производите следующим образом.

Органы управления прибором установите в положения:

кнопка Z - нажата;

переключатель $\infty \sim$ - в положение ∞ ;

ручка плавного усиления - в положение $\nearrow \blacktriangledown$;

ШКАЛА U_2, U_1 - в положение U_2 ;

$v/\text{ДЕЛ}$ - в положение $0,2 \text{ V}$;

ЗАПУСК - в положения $U_2, +, \infty$.

Перед проверкой погрешности коэффициента развертки откалибруйте развертку по методике, указанной в разделе 9.

На вход $\rightarrow \odot$ U_2 с калибратора ИИ-9 во всех положениях переключателя ВРЕМЯ/ДЕЛ подайте периодический сигнал калиброванных временных интервалов. Величину изображения сигнала установите равной трем или четырем делениям в любом из положений переключателя $v/\text{ДЕЛ}$.

Нажмите кнопку ДЕВИАЦИЯ калибратора ИИ-9. Погрешность коэффициента развертки определяется на десяти делениях шкалы и на четырех делениях шкалы. Совместите четыре или десять периодов изображения сигнала с четырьмя или 10 делениями шкалы. По шкале калибратора ИИ-9 определите отклонение установленного значения калиброванных временных интервалов в процентах от номинального.

Установите переключатель ШКАЛА U_2, U_1 в положение U_1 , переключатель $\pm$ установите в положение $+$ и проводите аналогично проверку погрешности коэффициента развертки для первого луча.

Результаты считаются удовлетворительными, если:

а) погрешность коэффициента развертки на четырех делениях шкалы не превышает 4 %.

б) погрешность коэффициентов развертки на 10 делениях шкалы не превышает 3 %.

12.4.6. Определение времени нарастания производится следующим образом. Органы управления установите в положения:

кнопка Z - нажата;

$v/\text{ДЕЛ}$ - в положение 1 mV ;

переключатель $\infty \sim$ - в положение ∞ ;

ручка плавного усилителя - в положение $\nearrow \blacktriangledown$;

ВРЕМЯ/ДЕЛ - в положение $0,2 \text{ ms}$;

ЗАПУСК - в положения $I:10; +; \infty$;

ШКАЛА U_2, U_1 - в положение U_2 .

Схема соединения прибора при определении параметров ПХ приведена на рис.18.

Определение времени нарастания ПХ производите по усилителю U_1 и U_2 и по всем входам. Ручкой ПОДСТРОЙКА ШКАЛЫ добейтесь стабильности шкалы.

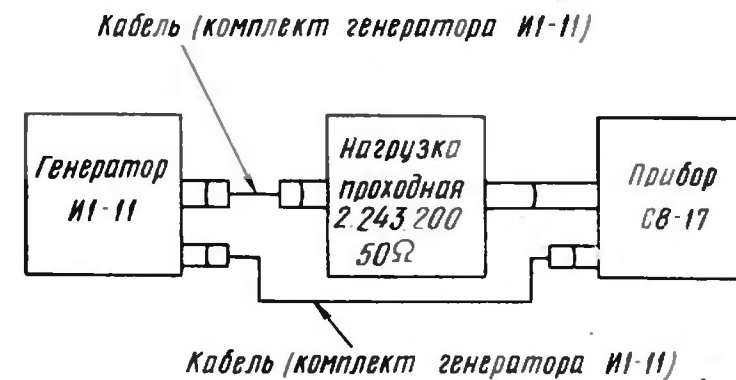


Рис. 18. Схема соединения приборов при определении параметров ПХ

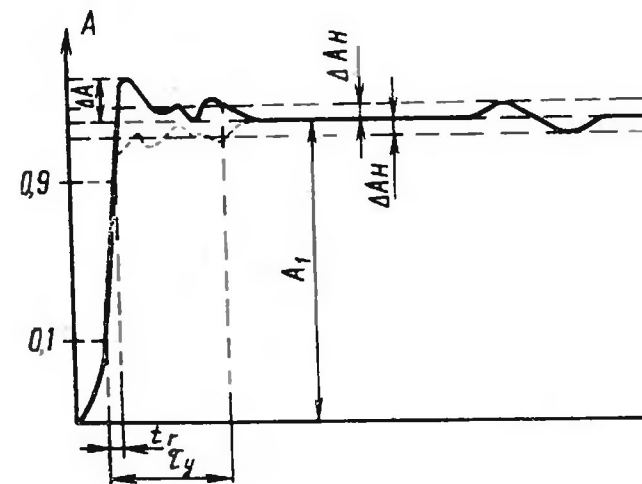


Рис. 19. График определения времени нарастания выброса, неравномерности, установившегося значения и времени установления ПХ:

t_r - время нарастания ПХ;

t_y - время установления ПХ;

ΔA - выброс ПХ;

ΔA_n - неравномерность ПХ;

A_1 - установившееся (амплитудное) значение ПХ

Органы управления генератором ИИ-11 установите в следующие положения:

ДЛИТЕЛЬНОСТЬ - в положение 3 - 10 ms ;

ПЕРИОД - в положение $I-3 \text{ ms}$;

ЗАПУСК - в положение ВНУТР;

переключатель режима выхода - в положение $\square$.

Амплитуду импульса на экране установите равной 4-5 делениям. Время нарастания определите во всех положениях переключателя $v/\text{ДЕЛ}$, а при работе с выносным делителем $I:10$ - в положении $0, IV$

Определение времени нарастания ПХ производите импульсами положительной и отрицательной полярности.

Определение времени нарастания ПХ по усилителю У1 производите в двух положениях тумблера $\pm$. На рис.19 приведен график определения параметров ПХ.

Результаты считаются удовлетворительными, если время нарастания ПХ усилителей У1 и У2 во всех положениях переключателя V /ДЕЛ при работе с выносным делением 1:10 не превышает 350 нс.

12.4.7. Определение величины выброса ПХ проверяется на том же изображении импульса на экране ЭЛТ, что и время нарастания ПХ. Проверка производится во всех положениях переключателя V /ДЕЛ и при работе с выносным делителем 1:10 импульсами как положительной, так и отрицательной полярности.

Значение выброса определяется по формуле (7):

$$\delta_{\text{в}} = \frac{\Delta A}{A} \cdot 100, \quad (7)$$

где $\delta_{\text{в}}$ - значение выброса, %;

ΔA - выброс ПХ, деление;

A - установившееся значение ПХ, деление.

Результаты считаются удовлетворительными, если величина выброса на ПХ усилителей У1, У2 во всех положениях переключателя V /ДЕЛ не превышает 5 %.

12.4.8. Определение неравномерности вершины изображения импульса производится следующим образом.

Органы управления прибором установите в положения:

кнопка Z - нажата;

ВРЕМЯ/ДЕЛ - в положение 20 мс ;

ЗАПУСК - в положения 1:10; +; ∞ ;

переключатель $\approx \approx$ - в положение $\swarrow \searrow$;

ручка плавного усиления - в положение

Определение производится по усилителю У1 и У2 и во всех положениях переключателя V /ДЕЛ, а при работе с выносным делителем 1:10 - в положении 0,1 V .

Органы управления генератором ИИ-ИИ установите в следующие положения:

переключатель режима выхода - в положение $\square \square$;

ПЕРИОД - в положение 0,3-1 мс ;

ЗАПУСК - в положение ВНУТР.

Размер изображения сигнала устанавливайте от 4 до 5 делений шкалы на каждом из положений переключателя V /ДЕЛ с помощью делителей генератора ИИ-ИИ.

В положении 5 V переключателя V /ДЕЛ неравномерность ПХ определяется по импульсу длительностью 100 мкс при положении переключателя режима выхода генератора ИИ-ИИ.

Величина неравномерности вершины изображения импульса подсчитывается по формуле (8):

$$\delta_{\text{н}} = \frac{\Delta A_{\text{н}}}{A} \cdot 100, \quad (8)$$

где $\delta_{\text{н}}$ - значение неравномерности ПХ, %;

$\Delta A_{\text{н}}$ - максимальное отклонение от установившегося значения ПХ, деление;

A - установившееся значение ПХ, деление.

Результаты считаются удовлетворительными, если неравномерность вершины изображения импульса не превышает 2 %.

12.5. Оформление результатов поверки

12.5.1. Внесите результаты поверки в формуляр прибора и нанесите оттиск поверительного клейма.

12.5.2. Для приборов, подлежащих государственной поверке и прошедших поверку с положительными результатами, выдается свидетельство о государственной поверке органами государственной метрологической службы. Для приборов, подлежащих ведомственной поверке и прошедших поверку с положительными результатами, выдается свидетельство о ведомственной поверке органами ведомственной метрологической службы.

12.5.3. На приборах, прошедших поверку с отрицательными результатами, обязательно гасится клеймо.

13. ПРАВИЛА ХРАНЕНИЯ

13.1. Срок хранения прибора в отапливаемом помещении с температурой воздуха от 278 до 313 К (от 5 до 40 °С) и относительной влажностью воздуха не более 65 % при температуре 293 К (20 °С) - 10 лет.

При хранении прибора в неотапливаемом хранилище расконсервацию производите перед началом использования прибора.

Срок хранения в неотапливаемом помещении с температурой воздуха от 223 до 313 К (от минус 50 до плюс 40 °С) и относительной влажностью воздуха не более 30 % при температуре 293 К (20 °С) - 10 лет.

В помещении не должно быть пыли, паров кислот, щелочей и газов, вызывающих коррозию.

Приборы хранятся в упакованном виде.

13.2. При длительном хранении прибор освобождают от транспортной тары и периодически (не реже одного раза в год) переконсервируют.

Перед переконсервацией включают прибор для тренировки элементов. Тренировку элементов необходимо проводить не реже одного раза в год.

Комплект ЗИП можно хранить законсервированным до момента применения.

13.3. Если прибор, уже находившийся в эксплуатации, длительное время не будет эксплуатироваться, рекомендуется произвести его консервацию.

Консервацию производят в специально оборудованном помещении при температуре воздуха $293 \pm 5 \text{ K}$ ($20 \pm 5 \text{ }^{\circ}\text{C}$) и относительной влажности не более 70 %.

Температура прибора должна совпадать с температурой помещения или быть несколько выше.

Протрите наружные поверхности прибора ЗИП, укладочного ящика хлопчатобумажными салфетками, смоченными одним из органических растворителей/бензин авиационный ГОСТ 1012-72, бензин-растворитель резины промышленный ГОСТ 443-76, бензин-растворитель, применяемый в лакокрасочной промышленности ГОСТ 3134-78, трихлорэтилен ГОСТ 9976-70, фреон-113, синатол ДС-10, моноэтаноламин технический ОСТ 4 ГО.054.083/затем сухой хлопчатобумажной салфеткой.

Привяжите к ручкам прибора мешочек с силикагелем. Оберните прибор слоем антикоррозионной /ингибированной/ бумаги, заклейте швы, затем оберните в один слой парафинированной и оберточной бумаги, сложенной вместе, с наложением ее концов не менее 50 мм и обвяжите шпагатом. Укладочный ящик с ЗИП упакуйте аналогично. Уложите прибор в коробку. Сделайте отметку о консервации в разделе 5 формуляра. Соблюдайте следующие правила безопасности при работе с антикоррозионной бумагой;

- не используйте бумагу для заворачивания продуктов или предметов личного обихода;
- уберите или сожгите остатки бумаги;
- мойте тщательно руки мылом.

14. ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ

14.1. Тара, упаковка, маркирование упаковки

14.1.1. Прибор упакован в упаковочную коробку с амортизирующими прокладками.

ЗИП, брошюры технического описания и формуляра помещены в укладочный ящик, снабженный переносной ручкой и замками, позволяющими закрывать и пломбировать его.

На правой боковой стенке и крышке ящика ЗИП нанесены условные обозначения прибора и его заводской номер.

14.1.2. Прибор в коробке и укладочный ящик с ЗИП помещены в транспортный ящик. Пространство между дном, стенками и крышкой транспортного ящика и наружными стенками коробки и укладочного ящика заполнено до уплотнения амортизирующим материалом. Транспортный ящик опломбирован двумя пломбами, на его стенке нанесена маркировка.

14.1.3. Маркирование транспортного ящика заключается в следующем.

В центре боковой стенки нанесены:
шифр прибора, его заводской номер;
получатель;
место назначения.

В нижней части этой же стенки нанесены:
масса грузового места (брутто и нетто) в килограммах;
отправитель;
место отправления.

В левом верхнем углу стенок нанесены предупредительные знаки:
; на крышке - условное обозначение упакованного прибора и заводской номер.

14.2. Условия транспортирования

14.2.1. Транспортирование прибора потребителю осуществляется всеми видами транспорта, в том числе самолетом, при температуре окружающего воздуха от 223 до 333 К (от минус 50 до плюс 60 $^{\circ}\text{C}$) с защитой от прямого попадания атмосферных осадков.

14.2.2. При повторной упаковке для дальнейшего транспортирования, вызванного условиями эксплуатации, можно применять транспортный ящик первичной упаковки или подобный ему, изготовленный из клееной фанеры толщиной не менее 4 мм или из досок толщиной не менее 16 мм, скрепленных сосновыми брусками.

Размеры транспортного ящика обеспечивают зазор между внутренними стенками, дном и крышкой транспортного ящика и наружными стенками коробки с прибором не менее 50 мм и для укладочного ящика с ЗИП не менее 20 мм. Внутри ящик должен быть обит водонепроницаемой (битумной) бумагой.

Произведите консервацию прибора и ЗИП согласно п. 13.3.

Зазоры в ящике заполните до уплотнения амортизирующим материалом (трехслойный гофрированный картон с обеспечением удельного давления $0,8 \text{ Н/см}^2$ (80 г/см^2), древесная стружка, поропласт, губчатая резина).

Забейте крышку транспортного ящика гвоздями, обтяните ящик по торцам стальной лентой, соедините концы ленты внахлест, прошейте проволокой и опломбируйте.

Произведите маркировку ящика как указано в п. I4.I.3.

Схема упаковки прибора приведена на рис.20.

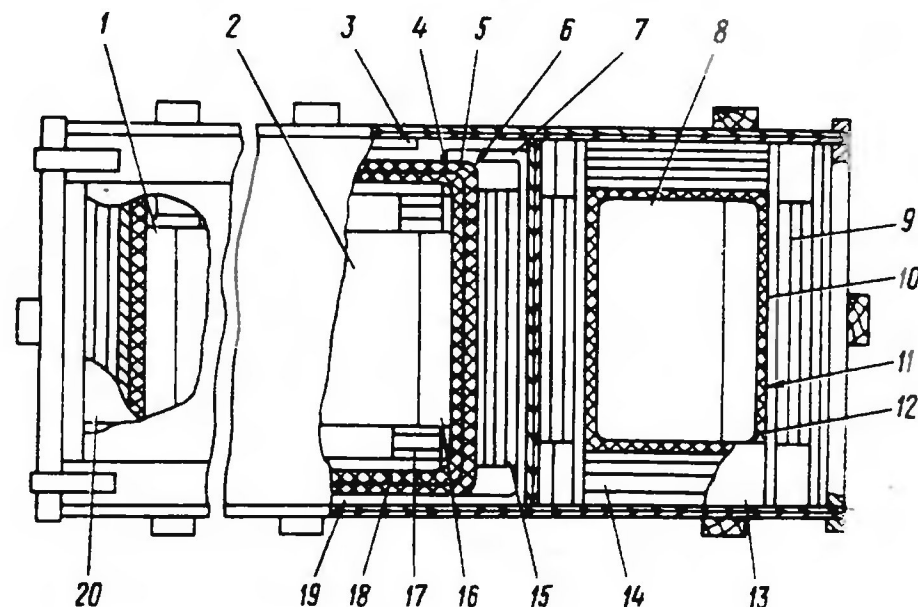


Рис. 20. Прибор в упаковке:

1 - крышка; 2 - осциллограф двухлучевой запоминающий С8-17; 3 - сопроводительная документация; 4 - прокладка; 5 - прокладка; 6 - прокладка; 7 - прокладка; 8 - комплект ЗИП в упаковке; 9 - прокладка; 10 - прокладка; 11 - прокладка; 12 - прокладка; 13 - прокладка; 14 - прокладка; 15 - прокладка; 16 - крышка; 17 - прокладка; 18 - коробка; 19 - прокладка; 20 - прокладка

ПРИЛОЖЕНИЕ I

Таблицы напряжений

Величины напряжений, измеренных в контрольных точках ПУ, и номинальные напряжения на выходе высоковольтного блока питания и на электродах ЭЛТ приведены в табл. I, 2, 3.

Измерения производите относительно корпуса. Органы управления прибора при измерениях установите в следующие положения:

кнопка НОРМ - нажата;

кнопка Z - нажата;

переключатель ВРЕМЯ/ДЕЛ - в положение 5 мс ;

переключатель УРОВЕНЬ - в среднее положение;

переключатель $\longleftrightarrow$ - в среднее положение;

переключатель ПОДСТРОЙКА ШКАЛЫ - в крайнее левое положение;

переключатель ЗАПУСК - в положение I:10;

переключатель V /ДЕЛ - в положение 0,1 V ;

ручка плавного усиления - в положение $\nearrow \searrow$;

переключатель $\updownarrow$ - в положение, при котором лучи находятся в средней части экрана по вертикали.

Напряжения, приведенные в табл. I, 2 измеряются вольтметром В7-23. Режим ЭЛТ (табл.3) измеряется киловольтметром С-50 и устанавливается согласно ее паспортным данным.

Таблица I

Номинальные напряжения в контрольных точках ПУ

Наименование	Обозначение контрольной точки	Напряжение, В	Наименование	Обозначение контрольной точки	Напряжение, В
Оконечный усилитель (У6, У7)	Кт1, Кт2	$9,0 \pm 1,0$	Цифроаналоговый преобразователь X (У3)	Кт17, Кт18	$3,4 \pm 1,0$
	Кт3, Кт4	$4,8 \pm 1,0$		Кт19,	$1,8 \pm 0,6$
	Ш4, Ш5	100 ± 20		Кт21	$2,0 \pm 1,0$
	Устройство управления формирования шкалы (У2)	0-0,4		Кт22, Кт23	$-2,5 \pm 0,5$
		$-77 \pm 2,0$		Кт24, Кт25	$-6,5 \pm 2,0$
		$-80 \pm 0,8$		Ш6, Ш7	$100 \pm 5,0$
		$3,5 \pm 0,8$		Кт26	$6,7 \pm 0,8$
	Кт6	$4,3 \pm 1,0$		Кт27	$3,4 \pm 1,0$
	Кт7	0-0,4	(У4)	Кт28, Кт29	$3,4 \pm 1,0$
Устройство управления формирования шкалы (У2)	Кт8	$4,0 \pm 1,0$		Кт31, Кт32	0-0,4
	Кт9	$3,2 \pm 0,8$		Кт33	0-0,4
	Кт10	$1,0 \pm 1,0$		Кт34	$2,3 \pm 0,4$
	Кт11	$3,8 \pm 0,6$		Кт35	$1,0 \pm 0,3$
	Кт12, Кт13	$3,0 \pm 1,0$		Кт36	$4,8 \pm 0,5$
	Кт14, Кт15	0-0,4		Кт37	$2,1 \pm 0,4$
	Кт16	$3,4 \pm 1,0$		Кт38	$2,2 \pm 0,6$
	Ш3/3	$177,5 \pm 10$		Кт39	$1,5 \pm 0,5$
				Кт41, Кт42	$2,6 \pm 0,4$
				Кт43, Кт44	$-6,8 \pm 0,5$
Лепесток 2	Ш3/1	$-50 \pm 5,0$	Лепесток I4	Лепесток I4	$0 \pm 0,025$
	Ш3/2	$-50 \pm 5,0$		Лепесток 27	$-34 \pm 2,0$
			Ш20, 21	Ш20, 21	100 ± 40