

Техническое описание
и инструкция по эксплуатации

ВНИМАНИЕ!

Перед включением в сеть необходимо за-
землить прибор.
Эксплуатация прибора без заземления за-
прещается.



СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
1. Назначение	5
2. Технические данные	6
2.1. Электрические параметры и характеристики	6
2.2. Надежность	9
2.3. Конструктивные параметры	10
3. Состав прибора	10
4. Устройство и работа прибора и его составных частей	13
4.1. Принцип действия	13
4.2. Схема электрическая принципиальная	19
4.3. Конструкция	38
5. Маркирование и пломбирование	46
6. Общие указания по эксплуатации	47
7. Указание мер безопасности	47
8. Подготовка к работе	48
9. Порядок работы	51
9.1. Подготовка к проведению измерений	51
9.2. Проведение измерений	53
9.3. Параметры исследуемых сигналов и погрешности измерений	64
10. Характерные неисправности и методы их устранения	70
10.1. Перечень характерных неисправностей и методы их устранения	70
10.2. Указания по замене элементов	73
10.3. Правила разборки и сборки	73
10.4. Методы настройки после ремонта	75
11. Техническое обслуживание	80
12. Поверка прибора	80
12.1. Введение	80
12.2. Операции и средства поверки	81
12.3. Условия поверки и подготовка к ней	86
12.4. Проведение поверки	86
12.5. Оформление результатов поверки	98

	Стр.
13. Правила хранения	98
14. Транспортирование	100
14.1. Тара, упаковка и маркирование упаковки	100
14.2. Условия транспортирования	101
Приложения:	
1. Расположение элементов на ПУ	102
2. Таблицы напряжений	113
3. Таблицы намоточных данных трансформаторов, катушек индуктивности	120
4. Таблица разъемных соединений прибора	123
5. Осциллограф двухканальный широкополосный. Схема электрическая принципиальная на 12 листах с перечнем элементов	127
6. Усилитель-коммутатор. Схема электрическая принципиальная на 1 листе	174
7. Усилитель промежуточный. Схема электрическая принципиальная с перечнем элементов	175
8. Усилитель выходной. Схема электрическая принципиальная на 1 листе	177
9. Нагрузка согласованная. Схема электрическая принципиальная на 1 листе	178
10. Пробник активный широкополосный. Схема электрическая принципиальная с перечнем элементов	179
11. Преобразователь высоковольтный. Схема электрическая принципиальная с перечнем элементов	182
12. Карточка отзыва потребителя	185

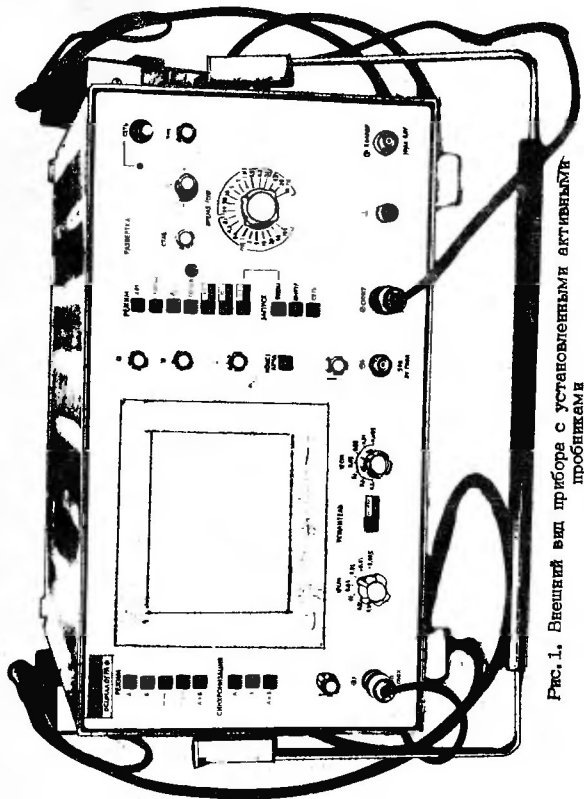


Рис. 1. Внешний вид прибора с установленными активными пробниками

1. НАЗНАЧЕНИЕ

1.1. Осциллограф двухканальный широкополосный С1-97, в дальнейшем именуемый "Прибор", предназначен для исследования формы периодических, редкоповторяющихся и однократных сигналов с амплитудами от 15 мВ до 4 В и длительностями от 5 нс до 1 с путем визуального наблюдения и фотографирования.

1.2. Прибор соответствует III классу точности ГОСТ 22787-77.

1.3. Прибор соответствует требованиям ГОСТ 22787-77 и ГОСТ 22261-76.

1.4. Условия эксплуатации прибора:

а) рабочие:

- температура окружающей среды от 278 до 313 К (от 5 до 40°C);

- относительная влажность воздуха до 85% при температуре 303 К (30°C);

- напряжение питающей сети 220±22 В частотой 50±0,5 Гц;

б) предельные:

- температура окружающей среды от 223 до 333 К (от минус 50 до плюс 60°C);

- относительная влажность воздуха до 85% при температуре 303 К (30°C).

1.5. В тексте приняты следующие сокращения:

ЗИП - запасное имущество прибора;

лог.1 - логическая единица;

лог.0 - логический ноль;

ППП - полупроводниковый прибор;

ПУ - печатный узел;

ПХ - переходная характеристика;

ТО - техническое описание и инструкция по эксплуатации;

УПТ - усилитель постоянного тока;

ЭВП - электровакуумный прибор;

ЭЛТ - электронно-лучевая трубка.

1.6. В тексте используются следующие условные обозначения элементов, например:
У18-Т1, где У18 - устройство, Т1 - элемент, входящий в данное устройство.

2. ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

2.1. Электрические параметры и характеристики

2.1.1. Рабочая часть экрана прибора, мм:

100 (10 делений) - по горизонтали;

80 (8 делений) - по вертикали.

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

2.1.3. Скорость фотозаписи однократных сигналов на пленке РФ-3 не менее 1300 км/с при использовании объектива с относительным отверстием 1:2 и не менее 2000 км/с при использовании объектива с относительным отверстием 1:1,5.

2.1.4. Диапазон значений коэффициента отклонения каждого канала устанавливается ступенями от 5 мВ/см до 0,5 В/см соответственно ряду чисел 1, 2, 5.

Основная погрешность коэффициентов отклонения при непосредственном входе и с активным пробником не более 3%.

Погрешность коэффициентов отклонения в интервале каждой из влияющих величин (температуры или влажности) при непосредственном входе и с активным пробником не более 5%.

2.1.5. Время нарастания ПХ каждого канала, нс, не более:

1 - при непосредственном входе,

1,4 - с активным пробником.

2.1.6. Выброс ПХ каждого канала и неравномерность на участке времени установления при непосредственном входе и с активным пробником не более 5%.

2.1.7. Время установления ПХ каждого канала при непосредственном входе и с активным пробником не более 5 нс.

2.1.8. Неравномерность ПХ каждого канала при непосредственном входе и с активным пробником не более 3%.

2.1.9. Дрейф, мм, не более:

2 - кратковременный,

5 - длительный.

2.1.10. Искажения по постоянному току в каждом канале не более 3%.

2.1.11. Смещение луча, мм, не более:

5 - из-за входного тока в каналах А и Б, а также

при изменении напряжения питающей сети на $\pm 10\%$;

10 - в канале Б при нажатии кнопки НОРМ-ИНВЕРТ, когда луч совпадает с центральной горизонтальной осью шкалы.

2.1.12. Пределы перемещения луча по вертикали не менее ± 80 мм.

2.1.13. Параметры входов обоих каналов прибора должны быть:

а) согласованного входа:

- входное активное сопротивление 50 ± 1 Ом;

- коэффициент отражения не более 0,10;

б) несогласованного входа:

- входное активное сопротивление с активным пробником 100 ± 5 кОм;

- входная емкость с активным пробником не более

4 пФ;

- входное активное сопротивление с активным пробником и делителем $1:10$ $1 \pm 0,05$ МОм;

- входная емкость с активным пробником и делителем $1:10$ не более 2,5 пФ.

2.1.14. Допускаемое напряжение на входе канала, В, не более:

3 - при непосредственном входе;

15 - с активным пробником;

40 - с активным пробником и делителем $1:10$.

2.1.15. Коэффициент развязки между каналами не менее:

- 1500 при подаче гармонического напряжения частотой 100 МГц;
- 1000 при подаче гармонического напряжения частотой 350 МГц.

2.1.16. Задержка изображения сигнала в тракте вертикального отклонения обеспечивает наблюдение импульса длительностью 10 нс на рабочем участке развертки.

Примечание. Рабочим участком развертки является участок линии развертки длиной 10 см (в пределах шкалы экрана), начиная от точки, стоящей на 20 нс от начала линии развертки.

2.1.17. Диапазон значений коэффициентов развертки устанавливается ступенями от 10 нс/см до 100 мс/см соответственно ряду чисел 1, 2, 5. Имеется 10-кратная растяжка развертки.

Основная погрешность коэффициента развертки в диапазоне от 5 нс/см до 100 мс/см не более 4%, основная погрешность коэффициентов развертки 1, 2 нс/см не более 6%.

Погрешность коэффициентов развертки в интервале каждой из влияющих величин (температуры или влажности) в диапазоне от 5 нс/см до 100 мс/см не более 6%, а коэффициентов развертки 1, 2 нс/см – не более 8%.

2.1.18. Пределы перемещения луча по горизонтали обеспечивают совмещение начала и конца рабочего участка развертки с центральной вертикальной осью шкалы экрана прибора.

2.1.18. Параметры внутренней синхронизации:
а) диапазон частот от не более 20 Гц до не менее 500 МГц;

б) минимальный уровень 8 мм в диапазоне частот от 20 Гц до 100 МГц и при импульсном сигнале длительностью 4 нс и более;

в) максимальный уровень 80 мм в диапазоне частот от 20 Гц до 100 МГц и при импульсном сигнале длительностью 4 нс и более.

Нестабильность не более 0,5 мм + 0,1 нс.

2.1.20. Параметры внешней синхронизации:
а) диапазон частот от не более 20 Гц до не менее 500 МГц;

б) минимальный уровень 40 мВ в диапазоне частот от 20 Гц до 100 МГц и при импульсном сигнале длительностью 4 нс и более;

в) максимальный уровень 3 В в диапазоне частот от 20 Гц до 100 МГц и при импульсном сигнале длительностью 4 нс и более.

Нестабильность не более 0,5 мм + 0,1 нс.

2.1.21. Калибратор амплитуды и времени имеет на выходе импульсы прямоугольной формы частотой следования 100 кГц, амплитудой 0,6 В на нагрузке 50 ± 1 Ом.

Основная погрешность выходного напряжения калибратора во всей рабочей области влияющих величин не более 1,5%, частоты следования – не более 0,2%.

2.1.22. Геометрические искажения на горизонтальных и вертикальных границах шкалы экрана прибора не более 3%.

2.1.23. Погрешность ортогональности не более 1 град.

2.1.24. Электрическая изоляция цепи "разъем питания – корпус" прибора выдерживает без пробоя испытательное постоянное напряжение 1500 В в нормальных условиях и 600В при повышенной влажности.

Сопrotивление изоляции, указанной цепи прибора относительно корпуса, не менее 100 МОм; при повышенной влажности не менее 3 МОм; при повышенной температуре не менее 5 МОм.

2.1.25. Прибор обеспечивает технические характеристики в пределах норм, установленных ТУ, после времени самопрогрева, равного 15 мин.

2.1.26. Прибор сохраняет технические характеристики в пределах норм, установленных ТУ, при питании его от сети переменного тока напряжением 220 ± 22 В, частотой $50 \pm 0,5$ Гц и содержанием гармоник до 5%.

2.1.27. Мощность, потребляемая прибором от сети при номинальном напряжении, не превышает 140 В·А.

2.1.28. Прибор допускает непрерывную работу в рабочих условиях в течение не менее 8 ч при сохранении технических характеристик в пределах норм, установленных ТУ.

2.1.29. Напряжение промышленных радиопомех не превышает, дБ;

– 80 на частотах от 0,15 до 0,5 МГц;

– 74 на частотах от 0,5 до 2,5 МГц;

– 66 на частотах от 2,5 до 30 МГц.

Напряженность поля радиопомех не превышает, дБ:

– 60 на частотах от 0,15 до 0,5 МГц;

– 54 на частотах от 0,5 до 2,5 МГц;

– 46 на частотах от 2,5 до 300 МГц.

2.2. Надежность

2.2.1. Нароботка на отказ прибора не менее 1000 ч.

2.2.2. Средний срок службы 10 лет.

2.2.3. Средний ресурс 10000 ч.

2.2.4. Срок хранения 5 лет.

2.3. Конструктивные параметры

2.3.1. Габаритные размеры прибора не превышают 475 х 410 х 220 мм.

2.3.2. Габаритные размеры укладочного ящика с ЗИП не превышают 575х175х380 мм.

2.3.3. Габаритные размеры транспортной тары не превышают 870х460х665 мм.

2.3.4. Масса прибора не более 18 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.

Таблица 1

Наименование	Обозначение	Кол.	Поз.	Маркировка
Осциллограф двухканальный широкополосный С1-87	2.044.111	1		
Ящик	4.161.054	1		
в нем:				
- кабель	4.850.151-03	3	14	"КАБ1А"
- кабель	4.850.151-01	2	4	"КАБ2А"
- пробник активный широкополосный	2.746.023	2	3	"ПВ3-1"
- коробка,	4.180.020	1		
в ней:				
переход	2.236.100	1	15	
делитель 1:10	3.430.005	1	13	"1:10"

Продолжение табл. 1

Наименование	Обозначение	Кол.	Поз.	Маркировка
контакт	6.622.206	1	11	
контакт	6.622.239	1	10	
штырь	6.627.053	1	9	
- коробка,	4.180.020	1		
в ней:				
переход	2.236.100	1	15	
делитель 1:10	3.430.005	1	13	"1:10"
контакт	6.622.206	1	11	
контакт	6.622.239	1	10	
штырь	6.627.053	1	9	
- коробка,	4.180.020	1		
в ней:				
переход коаксиальный Э2-114/3	2.236.130 Сп	2	16	"Э2-114/3"
лампа СМН8-60-2	ОСТ 160.535.014-74	4	5	
вставки плавкие:				
ВП1-1 1,0А 250 В	ОК0.480.003ТУ	4	6	
ВП1-1 0,5А 250 В	ОК0.480.003ТУ	2	7	
ВП1-1 0,25А 250 В	ОК0.480.003ТУ	2	8	
- тубус	6.548.020-02	1	2	
- тройник	2.246.050	1	12	
- плата	4.880.101	1	18	
- техническое описание и инструкция по эксплуатации	2.044.111 ТО	1		
- формуляр	2.044.111 ФО	1		
- фотопроставка	3.821.022	1	1	
- втулка	8.223.836	1	17	

Примечания. 1. Цифры в графе "Поз." - позиционные обозначения на рис. 2.

2. Фотопроставка с втулкой поставляются по требованию заказчика.

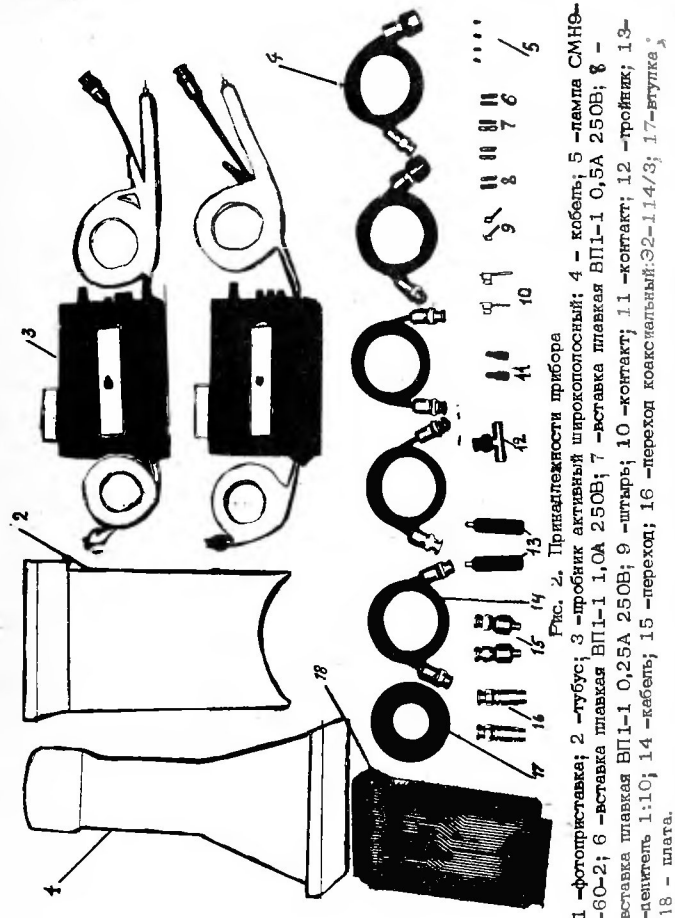


Рис. 2. Принадлежности прибора
1 - фотопробник; 2 - трубка; 3 - пробник активный широкополосный; 4 - кабель; 5 - лампа СМН9-60-2; 6 - вставка шпакля ВП1-1 1,0А 250В; 7 - вставка шпакля ВП1-1 0,5А 250В; 8 - вставка шпакля ВП1-1 0,25А 250В; 9 - штырь; 10 - контакт; 11 - контакт; 12 - тройник; 13 - делитель 1:10; 14 - кабель; 15 - переход; 16 - переход коаксиальный; 17 - втулка; 18 - плата.

4. УСТРОЙСТВО И РАБОТА ПРИБОРА И ЕГО СОСТАВНЫХ ЧАСТЕЙ

4.1. Принцип действия

4.1.1. Прибор является двухканальным широкополосным осциллографом, предназначенным для исследования и фоторегистрации однократных, редкоповторяющихся и периодических сигналов в широком диапазоне длительностей. Структурная схема прибора приведена на рис. 3.

Прибор состоит из следующих функциональных устройств:

- а) индикатора,
- б) тракта вертикального отклонения,
- в) тракта горизонтального отклонения,
- г) калибратора,
- д) источника питания.

Для повышения входного сопротивления прибора в его состав входит активный пробник.

4.1.2. Индикатор Л1 предназначен для преобразования электрических сигналов в видимое изображение для последующей регистрации визуальным или фотографическим способом.

4.1.3. Тракт вертикального отклонения предназначен для усиления исследуемых электрических сигналов в полосе частот от 0 до не менее 350 МГц. Тракт вертикального отклонения прибора состоит из:

- входных делителей каналов А и Б (делителей напряжения),
- предварительного усилителя У,
- коммутатора каналов А и Б (электронного переключателя),
- линии задержки,
- оконечного усилителя У.

На входе каждого канала установлен широкополосный согласованный делитель напряжения, предназначенный для ослабления исследуемого сигнала с целью обеспечения заданного диапазона значений коэффициента отклонения от 0,005 до 0,5 В/см соответственно ряду чисел 1, 2, 5.

Входное сопротивление каждого канала 50 Ом. Максимально допускаемое напряжение исследуемого сигнала на

Структурная схема коммутатора приведена на рис. 4. Коммутатор состоит из двух каналов. В канале Б предусмотрена возможность инвертировать исследуемый сигнал. Коммутатор прибора осуществляет предварительное усиление исследуемого сигнала, отбор сигнала и его усиление для внутренней синхронизации и коммутацию режимов работы предварительного усилителя.

одноканальный (А) – работает только канал А;
 одноканальный (Б) – работает только канал Б;
 поочередный (— — —) – канал А, канал Б;
 прерывистый (. . .) – каналы работают прерывисто,
 частота коммутации 60 кГц;
 сложения (А+Б) – одновременная работа каналов А и
 Б на одну нагрузку.

4.1.4. Тракт горизонтального отклонения обеспечивает калиброванное по времени отклонение луча на экране ЭЛТ. Диапазон значений коэффициентов развертки устанавливается от 100 мс/см до 10 нс/см соответственно ряду чисел 1, 2, 5. Предусмотрено изменение масштаба по горизонтали в 10 раз с целью увеличить изображение по ширине экрана.

- развертки и цепей управления режимом;
- оконечного усилителя X;
- усилителя синхронизации.

Развертка формирует пилообразное напряжение амплитудой 0,7 – 1 В на нагрузке 75 Ом. Длительность пилообразного напряжения устанавливается ступенчато с помощью переключателя развертки согласно диапазону значений коэффициента развертки. В развертке формируется импульс под-

The diagram illustrates a multi-channel measuring instrument for the dynamic characteristics of a mechanical system. It features several input channels for different types of signals (displacement, velocity, acceleration) and a central processing unit that handles the data. The instrument includes various modules for signal conditioning, comparison, and output, as well as a display for real-time monitoring. The schematic shows the flow of signals from the inputs through the processing unit to the various output modules, including a control unit and a data recording system.

света, соответствующий длительности пилообразного напряжения, который поступает на усилитель **Z**.

Усилитель **Z** обеспечивает регулируемое усиление импульсов подсвета прямого хода луча. Органами управления обеспечивается плавное изменение амплитуды до 100 В.

Цепи управления режимом работы развертки позволяют обеспечить следующие режимы работы развертки: автоколебательный, ждущий, однократный. Структурная схема развертки представлена на рис. 5.

Оконечный усилитель **X** обеспечивает усиление сформированного в развертке пилообразного напряжения до величины, необходимой для номинального отклонения луча на экране ЭЛТ. Схема оконечного усилителя обеспечивает 10-кратную растяжку любого коэффициента развертки.

Усилитель синхронизации обеспечивает необходимое усиление синхронизирующего сигнала с целью получить неподвижное изображение на экране при внешней и внутренней синхронизации.

Максимальный уровень синхронизации не более 3 В.

4.1.5. Калибратор прибора предназначен для калибровки трактов вертикального и горизонтального отклонения. Выходной импульс калибратора частотой следования 100 кГц, амплитудой 0,8 В на нагрузке 50 Ом снимается с розетки "КАЛИБР", расположенной на передней панели прибора.

4.1.6. Источник питания прибора предназначен для питания всех функциональных устройств.

Он выдает стабилизированные постоянные напряжения 150; 35; 15, минус 12, минус 100 В, нестабилизированные - 27 и 200 В.

Источники питания 150, 35, 15, минус 12, минус 100В построены по единой структурной схеме (рис. 6) и состоят из выпрямителя, фильтра и полупроводникового компенсационного стабилизатора напряжения с последовательно включенным регулирующим элементом.

Для питания ЭЛТ в приборе установлен высоковольтный преобразователь.

Принцип действия высоковольтного преобразователя

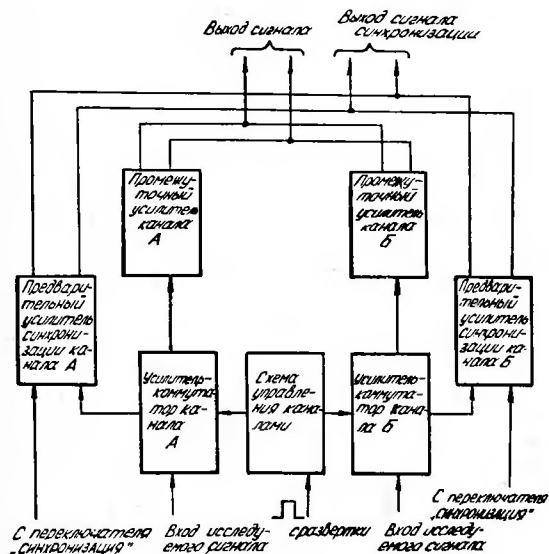


Рис. 4. Структурная схема коммутатора

Он выдает стабилизированные напряжения 20 000 В для питания электрода послеускорения, минус 2 700 В - для питания модулятора и минус 2 500 В - для питания катода ЭЛТ.

4.1.7. Активный пробник представляет собой выносное устройство и предназначен для расширения функциональных возможностей прибора. Пробник выполняет функцию преобразования импедансов. Коэффициент передачи пробника равен единице, а с делителем 1:10 – 0,1. Входное сопротивление пробника 100 кОм с параллельной емкостью не более 4 пФ, входное сопротивление пробника с делителем 1:10 – 1 МОм с параллельной емкостью не более 2,5 пФ.

Структурная схема активного пробирика приведена на рис. 7.

В схемном решении активного пробника используется принцип разделения спектра сигнала на высокочастотные и низкочастотные составляющие с последующим суммированием.

Входной сигнал одновременно подается через разделительную емкость на высокочастотный повторитель сигнала и непосредственно через цепи коммутации и компенсации постоянного тока — на УПТ. Сложение сигналов происходит в широкополосном оконечном усилителе. Для стыковки и выравнивания ПХ пробника используется частотно-зависимая цепь обратной связи.

4.2. Схема электрическая принципиальная

4.2.1. Принципиальная схема прибора с перечнем элементов приведена в приложении 5.

Входной делитель барабанного типа, собранный на резисторах типа С2-10 по Л - образной схеме, представляет собой семь фиксированных согласованных делителей, которые с усилителем обеспечивают ступенчатое изменение коэффициента отклонения в диапазоне от 0,005 до 0,5 В/см соответственно ряду чисел 1,2,5.

Входное сопротивление каналов во всех положениях входного делителя 50 Ом. Коэффициент отражения входа коммутатора обоих каналов не более 0,1.

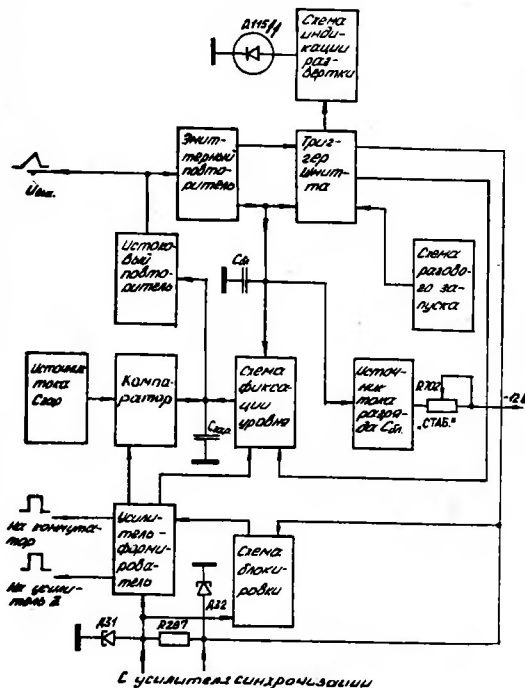


Рис. 5. Структурная схема развертки

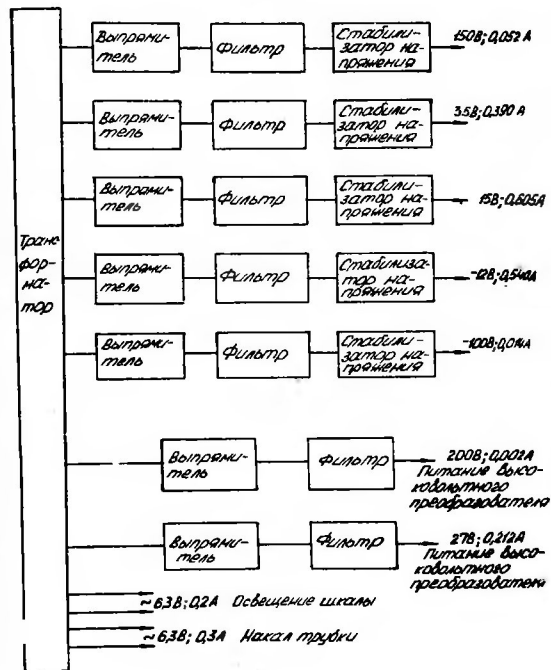


Рис. 6. Структурная схема низковольтного блока питания

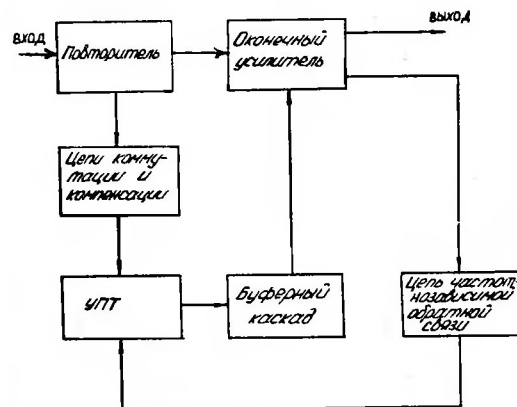


Рис. 7. Структурная схема активного пробника

Коммутатор состоит из двух каналов предварительно- усиления. Каждый канал состоит из трех микросхем частотного применения, которые обеспечивают предварительное усиление исследуемого сигнала и предварительное усиление сигнала для внутренней синхронизации. Кроме того, в канале Б предусмотрена возможность инвертировать исследуемый сигнал. Микросхемы частотного применения представляют собой отдельные каскады широкополосного усилителя.

Микросхемы MC1 и MC7 осуществляют предварительное усиление исследуемого сигнала для внутренней синхронизации. Микросхемы MC2 (в канале А) и MC6 (в канале Б) обеспечивают преобразование входного несимметричного сигнала в симметричный и предварительное усиление. Для устранения самовозбуждения и коррекции ПХ применены корректирующие цепи C2, R44 и C4, R47 в микросхеме MC2 и корректирующие цепи C18, R92, C21, R95 в микросхеме MC6. Резисторы R126 и R146 обеспечивают необходимый баланс схемы.

Резисторы R697 в канале А и R698 в канале Б, установленные на передней панели, осуществляют перемещение луча по вертикали на экране ЭЛТ. Управление работой микросхем MC2 и MC6 происходит с помощью RS - триггера микросхемы MC9 и переключателя каналов B3.

При замыкании переключателя B3.7 (работает канал А) на вход 01 микросхемы MC9 подается нулевой потенциал. С выхода 05 микросхемы MC9 снимается потенциал, соответствующий лог. "0", и поступает на базу транзистора T4, а потенциал, соответствующий лог. "1" с выхода 06 микросхемы MC9 поступает на базу транзистора T3. При этом на вывод 07 микросхемы MC6 подается запирающее напряжение (канал Б закрывается), а на транзисторах MC2-T3 и MC2-T4 устанавливается нормальный рабочий режим. Работает канал А. Подобным образом происходит управление микросхемами MC2 и MC6 в других режимах работы коммутатора.

Усиленный симметричный сигнал поступает на промежуточный усилитель MC3 (MC5) тракта вертикального отклонения. Резисторы R57 (R82) обеспечивают необходимый баланс схемы, а цепи C7, R54; C8, R58 (C16, R78; C17, R85) служат для коррекции ПХ усилителя.

22

В канале Б имеется возможность инвертировать исследуемый сигнал с помощью переключателя B6 НОРМ-ИНВЕРТ. В зависимости от положения переключателя НОРМ-ИНВЕРТ в усилителе MC5 включаются транзисторы MC5-T3, MC5-T4 (положение НОРМ) или MC5-T5, MC5-T6 (положение ИНВЕРТ).

Усилители MC1 и MC7 служат буферным каскадом между входом и оконечным усилителем синхронизации У7.

Прибор позволяет обеспечить следующие режимы синхронизации: А, Б, А+Б - ВНУТРЕННЯЯ, ВНЕШНЯЯ, ОТ СЕТИ.

Синхронизация канала А происходит следующим образом. При нажатой кнопке А переключателя B3.2 и нажа-

той кнопке ВНУТР. переключателя B5.10 на резистор R125 подается напряжение 15 В. Транзистор T2 открывается, потенциал на выводе 07 микросхемы MC1 падает. Открываются транзисторы MC1-T3, MC1-T4, и сигнал синхронизации канала поступает на вход усилителя синхронизации У7. Предварительный усилитель синхронизации канала Б при этом заперт, так как на резистор R148 подается нулевой потенциал, транзистор T5 закрывается, потенциал на выводе 07 микросхемы MC7 повышается, транзисторы MC7-T3, MC7-T4 закрываются, и сигнал синхронизации канала не поступает на вход усилителя синхронизации У7.

Синхронизация канала Б происходит при нажатии кнопки $\frac{A}{B}$ переключателя B3.2

При работе осциллографа в двухканальном режиме обеспечивается синхронизация обоих каналов. Для этого необходимо нажать кнопку А+Б переключателя B3.1 В этом случае напряжение 15 В подается на транзисторы T2 и T5, работают оба канала внутренней синхронизации.

При нажатии кнопки ВНЕШ переключателя ЗАПУСК снимается напряжение 15В, транзисторы T2 и T3 запираются, и каналы внутренней синхронизации переключаются.

Схема управления каналами состоит из микросхем MC8, MC9, MC11, транзисторов T2, T3, T4, T5, источника напряжения 5В, собранного на транзисторе T1, переключателя

тедей РЕЖИМ и СИНХРОНИЗАЦИЯ. Она обеспечивает: работу только канала А, работу только канала Б; попередную работу каналов (нажата кнопка " $\rightarrow \rightarrow$ "); прерывистую работу каналов (нажата кнопка "..."), коммутация каналов осуществляется в период прямого хода луча; одновременную работу каналов А и Б (нажата кнопка А+Б); синхронизацию только канала А; синхронизацию только канала Б; поочередную синхронизацию каналов; прерывистую синхронизацию каналов; одновременную синхронизацию каналов А и Б.

Работа схемы осуществляется следующим образом: при нажатии кнопки А переключателя РЕЖИМ на вывод 01 триггера, собранного на микросхеме МС8, подается лог. "0". При этом на его выходе (вывод 05) устанавливается лог. "0", который через транзистор Т3 поступает на вывод 07 микросхемы МС6. Канал Б запирается.

При нажатии кнопки Б переключателя РЕЖИМ на вход микросхемы МС9 подается лог. "0", на выходе 05 этой микросхемы устанавливается лог. "1", а на выходе 06 — лог. "0", который через транзистор Т3 поступает на вывод 07 микросхемы МС2. Канал А закрывается.

В режиме поочередной работы каналов (нажата кнопка " $\rightarrow \rightarrow$ " переключателя РЕЖИМ) снимается лог. "0" с R и S входов триггера МС9, а также с вывода 08 микросхемы МС11. В этом случае импульс запуска схемы управления каналами, поступающий с развертки на вывод 10 микросхемы МС11, появляется на ее выходе (вывод 08). Микросхема МС9 при воздействии этого импульса работает в режиме деления частоты, а переключение триггера происходит в момент начала обратного хода луча. Таким образом происходит последовательное переключение каналов А и Б.

При нажатии кнопки "..." снимается лог. "0" с вывода 06 микросхемы МС11. В этом случае на триггер воздействует смешанный сигнал: импульс запуска схемы управления каналами и генератора, собранного на микросхеме МС8. Поскольку частоты следования запуска развертки и генератора не синхронны, моменты переключения каналов во время прямого хода луча не наблюдаются.

В режиме А+Б транзисторы Т3, Т4 открываются, напряжение на выводах 07 микросхем МС2 и МС6 падает, каналы А и Б открываются.

Оконечный усилитель Y, схема которого приведена в приложении 3, собран на четырех микросхемах частного применения.

В выходном каскаде усилителя используется метод суммирования в нагрузке выходного тока. Это позволяет применять менее мощные СВЧ — транзисторы, и за счет увеличения числа транзисторов обеспечить требуемую выходную мощность.

Для коррекции всего тракта усилителя (обеспечения неравномерности ПХ менее 3%) в первом, втором и третьем каскадах в цепях эмиттерной связи (выводы 1,2 микросхем МС12, МС13, МС14) используются корректирующие РС-цепи С32, R165, С33, R159, С34, R161, С39, R172, С41, R173, С42, R174, С45, R184.

Резисторы R164, R177, R187 служат для балансировки микросхем МС12, МС13, МС14.

Цепи R166, С35, R179, С43, R189, С46 служат для устранения самовозбуждения.

Питание усилителя осуществляется от источников питания 15, 35 и 30 В. Источник питания 30 В собран на транзисторе Т5 по схеме эмиттерного повторителя. Делитель R173, R174 задает потенциал на базе транзистора 2Т608Б. Дiod Д22 служит защитой при выходе из строя источника питания 35 В. При этом напряжения на микросхемах становятся равными 15 В, что предохраняет их от выхода из строя. Остальные резисторы, не упомянутые выше, служат для создания режима усилителя, а емкости являются фильтрующими.

4.2.2. Принципиальная схема развертки приведена в приложении 5.

Развертка состоит из:

- усилителя-формирователя,
- компаратора,
- источника тока времязадающей емкости $C_{зар}$;
- схемы фиксации уровня,

- источников тока разряда блокировочного конденсатора,
- истокового повторителя,
- эмиттерного повторителя,
- триггера Шмитта,
- схемы индикации,
- схемы блокировки,
- схемы разового запуска.

Исходным состоянием схемы примем ждущий режим.

В исходном состоянии туннельный диод Д31 находится в низковольтном состоянии, туннельный диод Д32 - в высоковольтном. Под воздействием запускающего сигнала происходит переброс туннельных диодов: Д31 - в высоковольтное состояние, Д32 - в низковольтное состояние. Образувавшийся при этом перепад напряжения поступает на усилитель-формирователь, собранный на транзисторах Т16, Т17, Т21-Т24, в котором происходит усиление перепада туннельного диода и формирование импульса подсвета, импульса запуска коммутатора. Усиленный перепад поступает на вход компаратора (базу транзистора Т26) и схему фиксации уровня пилообразного напряжения (затвор полевого транзистора Т27).

Транзисторы Т26 и Т27 запираются, второй транзистор компаратора Т28 отпирается, начинается линейный заряд времязадающей емкости через источник тока (Д42, Т45, Д43, Т47).

Через составной истоковый повторитель (Д35, Т33, Т31, Т32, Д36, Т34, Т35) линейно-нарастающее пилообразное напряжение поступает на вход оконечного усилителя Х и вход эмиттерного повторителя (Т38, Т39), служащего развязкой между входом триггера Шмитта и выходом истокового повторителя и источником тока для заряда блокировочной емкости через резистор R352, диод Д36.

Как только пилообразное напряжение на эмиттере транзистора Т39 достигнет до 10 В, транзистор Т44 триггера Шмитта запирается, транзистор Т46 - откроется. Потенциал на коллекторах транзисторов Т43, Т44 становится равным нулю, а следовательно, равен нулю и потенциал резистора R286, что приводит к опрокидыванию туннельных диодов в низковольтное состояние. При этом формируется спад

26

импульса подсвета и импульса запуска коммутатора. Этим же импульсом отпирается транзистор Т26 компаратора и запирается транзистор Т28, прекращается заряд времязадающей емкости (заканчивается время прямого хода луча ЭЛТ).

При опрокидывании триггера Шмитта происходит отпирание транзистора Т29, через малое сопротивление которого происходит быстрый разряд времязадающей емкости. Запирается диод Д39, прекращается заряд емкости $C_{бл}$ и начинается медленный разряд ее через источник тока (Т37). Время разряда устанавливается с помощью регулировки СТАБ (R702). Когда напряжение на емкости $C_{бл}$ достигнет 2 В, появится ток через транзисторы Т42 и Т43, увеличивающийся по мере разряда емкости $C_{бл}$. Это приведет к опрокидыванию триггера Шмитта в исходное состояние, транзистор Т29 запирается, туннельные диоды устанавливаются в режим подготовки, схема готова к последующему запуску.

Схема индикации развертки сигнализирует о работе развертки в автоколебательном режиме (свечение светодиода во время прямого хода луча) и о готовности схемы к запуску в ждущем и разовом режимах. Схема собрана на транзисторе Т48 и светодиоде Д115.

В автоколебательном режиме (кнопка АВТ, переключателя РЕЖИМ нажата) происходит разблокировка ждущего одновибратора, собранного на микросхеме МС23. При отсутствии запускающего сигнала на туннельном диоде Д31 на выходе усилителя-инвертора МС23,3 (вывод "8") устанавливается напряжение, соответствующее лог. 1 ($\approx 2,6$ В), которое открывает диодный ключ, выполненный на транзисторах МС22.1 и МС22.4.

При подаче сигнала подготовки с триггера Шмитта на туннельный диод Д32 происходит одновременная его подача через диодный ключ, выполненный на транзисторе МС22.1, эмиттерный повторитель МС22.3 и делитель напряжения R293, R296 на базу транзистора Т18. Воздействие сигнала подготовки на усилитель-формирователь получается аналогично воздействию запускающего сигнала в ждущем режиме на туннельные диоды. Схема развертки работает в автоколебательном режиме.

Если на вход туннельного диода Д31 поступает запускающий сигнал, то он, опрокидывая туннельный диод в вы-

соковольное состояние, через дифференциальный усилитель MC22.2, MC22.5 запускает ждущий одновибратор, на выходе которого (вывод "12") формируется импульс положительной полярности с длительностью, определяемой зарядной цепью C86, R305. Через диодную матрицу ДМ11 он воздействует на затвор истокового повторителя Т19 и одновременно заряжает емкость C88 через резистор R314. В этом случае на выходе усилителя-инвертора (вывод "8" MC23.3) устанавливается лог. "0" (менее 0,3 В), диодный ключ MC22.4 запирается, сигнал подготовки не проходит на базу транзистора Т18. Схема переходит в ждущий режим. Если в течение времени, определяемого постоянной разряда цепи C88, R315, не поступит запускающий сигнал на туннельный диод Д31, схема переходит в автоколебательный режим.

Схема разового запуска собрана на микросхеме MC24, стабилитроне Д37, транзисторе Т41 и диоде Д38. При нажатии кнопки "1х" снимается нулевой потенциал с вывода "10" микросхемы MC24, на выводе "11" микросхемы MC24 устанавливается лог. "1", которая через схему фиксации уровня (R345, Д37, R351 и эмиттерный повторитель Т41, диод Д38) подается на вход триггера Шмитта (база транзистора Т43). В этом случае по мере разряда емкости Сбл триггер Шмитта не опрокидывается. Для подготовки схемы к запуску необходимо нажать кнопку ГОТОВ. Происходит запуск одновибратора (MC24.1, MC24.2), который своим выходным импульсом опрокидывает триггер Шмитта. Схема готова к разовому запуску, если постоянная времени одновибратора (C84, R335) меньше минимального периода следования развертки.

4.2.3. Схема оконечного усилителя X приведена в приложении 5 и состоит из следующих каскадов:

- фазоинверсного каскада с несимметричным входом и симметричным выходом, в состав которого входят каскодный усилитель на транзисторе Т53 (2Т326Б) и микросхеме MC27.1 типа 159НТ1Б в одном плече и на транзисторе Т54 (2Т326Б), микросхеме MC27.2 - в другом. При воздействии на вход сигнала положительной полярности благодаря эмиттерной связи между верхним и нижним плечами фазоинверсного каскада с выходов его снимают разнополярные усиленные сигналы примерно одинаковой амплитуды. Эмиттерная цепь транзисторов Т53, Т54 связана с кнопкой ПОИСК ЛУ-28

ЧА через контакт W43/4. При нажатии кнопки ПОИСК ЛУ-ЧА изменяется режим питания фазоинверсного каскада, разбаланс на выходе оконечного усилителя X уменьшается до пределов, обеспечивающих размещение развертки в пределах экрана ЭЛТ по горизонтали;

- схемы смещения, представляющей собой эмиттерный повторитель, собранный на транзисторе Т52 (2Т312Б). Перемещение луча по горизонтали осуществляется с помощью резистора R703.

При нажатии кнопки "x1-x0,1" переключателя РЕЖИМ развертки срабатывает реле Р1. Входной сигнал, минуя делитель R408, R413, R414, поступает непосредственно на базу транзистора Т53. Благодаря этому амплитуда сигнала на выходе фазоинверсного каскада возрастает в 10 раз (усилитель работает в режиме растяжки развертки);

- дифференциального усилителя, собранного на транзисторах Т55, Т56. Резистор R431 служит для корректировки коэффициента отклонения усилителя, конденсатор C125 - для коррекции линейности усиления пилообразного напряжения при коэффициентах развертки 10 нс/см и менее;

- усилителя, собранного на транзисторах Т57 (2Т316Б) и Т59 (2Т610Б) и обеспечивающего большое усиление по току.

При установке переключателя ВРЕМЯ/см в положения "10 нс", "20 нс" и "50 нс" срабатывает реле Р2 и через контакты 2,3 подключает в цепь эмиттера транзистора Т59 переменный резистор R452.

Резистором R439 устанавливается необходимый уровень постоянного напряжения на коллекторе транзистора Т64.

Для обеспечения нелинейности нарастания пилообразного напряжения в усилителе применена цепь отрицательной обратной связи, выполненная на транзисторе Т63 (2Т326Б).

Аналогичным делам служит второе плечо усилителя, сигнал в котором отрицательной полярности. Резистором R435 устанавливается необходимый уровень постоянного напряжения на коллекторе транзистора Т65;

- оконечного каскада, собранного на транзисторах

Т64 верхнего плеча и Т65 нижнего плеча усилителя. В каскаде применена динамическая коллекторная нагрузка, собранная на транзисторах Т66, Т68 верхнего плеча, Т67, Т69 нижнего плеча усилителя. Такая нагрузка обеспечивает большой коэффициент усиления каскада в широкой полосе частот.

С выхода оконечного усилителя Х пилообразное напряжение поступает на временные пластины ЭЛТ.

4.2.4. Схема усилителя синхронизации приведена в приложении 5 и состоит из следующих каскадов:

- четырехходового усилителя, собранного на микросхеме частотного применения МС18. Сигналы подаются на выходы "2", "6", "9" и "13" микросхемы. При нажатии кнопки ВНЕШ. переключателя ЗАПУСК развертки сигнал запуска с розетки  СИНХР., расположенной на передней панели прибора, через резистор R306 или R305, если кнопка "1:1-1:10" нажата, через конденсатор C115 или минуя его, в зависимости от того, нажата или нет кнопка , поступает на вывод "6" микросхемы. На вывод "9" подается постоянное напряжение, снимаемое с резистора .

расположенного на передней панели. В зависимости от полярности запускающего сигнала этим резистором выбирается режим усилителя, обеспечивающий максимальное усиление.

При нажатой кнопке ВНУТР. внешний запускающий сигнал от входа усилителя синхронизации отключается. В этом режиме сигнал запуска со схемы коммутатора через С64 поступает на первый вход усилителя (вывод "13") микросхемы, а через конденсатор С67 - на второй вход (вывод "2") микросхемы МС18. Для передачи постоянного уровня запускающего сигнала при внутренней синхронизации служит микросхема МС17. Постоянный уровень с выхода микросхемы МС17 через переключатель режимов развертки подается на вывод "13" микросхемы МС18;

- усилителя, собранного на микросхеме частотного применения МС10. Особенностью этого усилителя является то, что сигнал на выходах его (выводы "05", "04") не изменяет своей полярности при изменении полярности на входе;

- оконечного каскада, собранного по каскодной схеме на транзисторах разной проводимости (транзисторы Т8, Т11 - 30

верхнее плечо, транзисторы Т8, Т12 - нижнее плечо), что позволяет не только усилить сигнал запуска, но и снизить входной потенциал каскада (примерно 10 В) до нулевого уровня.

С помощью резисторов R272, R273 выбирают начальный режим работы туннельных диодов, расположенных на развертке.

4.2.5. Схема усилителя Z приведена в приложении 5 и состоит из следующих каскадов:

- эмиттерного повторителя, собранного на транзисторе Т81 (2Т312Б). Каскад служит для согласования выхода схемы развертки с входом усилителя Z;

- промежуточного усилителя, выполненного по схеме токовой тройки на транзисторах Т82 (2Т316Б), Т83 (2Т326Б), Т84 (2Т326Б).

Каскад обеспечивает необходимое усиление по напряжению в широкой полосе частот. Усилитель охвачен отрицательной обратной связью по напряжению. Сигнал обратной связи с эмиттера Т84 через резисторы R534, R531 и конденсатор C156 подается на базу транзистора Т82. Для коррекции частотной характеристики каскада предусмотрена цепь C155, R528;

- усилителей-формирователей импульса подсвета, выполненных на транзисторах Т85, Т86. Резисторы R545, R547 и конденсаторы C161, C165 обеспечивают коррекцию формы импульса;

- усилителя в цепи отрицательной обратной связи, собранного на транзисторе Т87.

- оконечного каскада с динамической нагрузкой. Каскад собран на транзисторах Т88, Т89, Т91 и обеспечивает большое усиление в достаточно широкой полосе частот.

С выхода каскада высокочастотная часть подсветного импульса через резистор R556 и конденсатор C261 подается на модулятор ЭЛТ, низкочастотная часть его через резистор R562 - на нижний конец обмотки трансформатора модуляторного источника.

4.2.6. Принципиальная схема калибратора приведена в приложении 5.

Калибратор состоит из задающего генератора, выполненного на микросхеме МС31 типа 136ЛА3. Для стабилизации частоты следования применен кварцевый резонатор. Задающий генератор формирует импульсы прямоугольной формы длительностью 1 мкс, частотой следования 100 кГц. Калибратор амплитуды представляет собой усилитель, который усиливает импульсы задающего генератора, и эмиттерный повторитель с нагрузки которого снимается калибрационный сигнал.

Величина выходного напряжения устанавливается с помощью резистора R576.

Схема калибратора обеспечивает импульсы прямоугольной формы частотой следования 100 кГц и амплитудой 0,6 В на нагрузке 50 Ом.

4.2.7. Принципиальная схема индикатора приведена в приложении 5. Индикатор прибора состоит из ЭЛТ, цепей управления режимом ЭЛТ, схемы управления фокусировкой луча и цепей коррекции геометрии. ЭЛТ является электронно-лучевым прибором с сигнальной отклоняющей системой "бегущая волна", с квадрупольной электростатической фокусировкой. Она предназначена для наблюдения и фотографической регистрации электрических колебаний частотой до 1200 МГц и импульсов наносекундной длительности. Сопротивление нагрузки сигнальной системы 150 Ом.

Цепи управления режимом ЭЛТ представляют собой резистивные делители. С помощью резисторов R714, R722, R725 устанавливаются напряжения на электродах I, II, III квадрупольных линз, которые обеспечивают фокусировку не-отклоненного пятна. Резисторы R488, R522 изменяют напряжение на юстирующих электродах и позволяют обеспечить максимальную яркость и скорость записи. При правильном выборе юстирующих напряжений изменение напряжения на квадрупольных линзах не должно вызывать отклонения пятна. Схема управления фокусировкой луча позволяет с помощью резистора R732, выведенного на переднюю панель, управлять напряжениями на I и II квадрупольных линзах, что значительно облегчает и упрощает процесс фокусировки луча в приборе. Применение в ЭЛТ систем дополнительного отклонения пучка позволяет повысить чувствительность и размер рабочего поля, однако вызывает необходимость применения систем коррекции фокусировки, нелинейности отклонения и ис-

кажения изображения. Помимо электростатических систем коррекции, применяются и электромагнитные системы. Для размещения линии развертки с горизонтальной осью координатной сетки применяется катушка L17 поворота изображения.

Для коррекции неортогональности и смещения по вертикали применяется катушка L16. Для уменьшения геометрических искажений применяются катушки коррекции изображения L15, L18, которые позволяют добиться минимальных искажений горизонтальной и вертикальной линий. Таблица намоточных данных катушек индуктивностей приведена в приложении 3.

Для освещения координатной сетки шкалы применяются миниатюрные лампочки СМН8-60-2. С помощью резистора R715, выведенного на переднюю панель, регулируется яркость освещения шкалы прибора.

4.2.8. Низковольтный источник питания обеспечивает постоянными и переменными напряжениями функциональные устройства прибора и питается от сети напряжением 220 В, частотой 50 Гц.

Электрическая принципиальная схема низковольтного источника питания приведена в приложении 5.

Выпрямители выполнены на мостовой схеме, нагрузкой которых являются емкостные фильтры. В качестве емкостей фильтров используются конденсаторы типа К50-24, параллельно которым включены резисторы, обеспечивающие разрядную цепь для конденсаторов.

Защита источников питания при коротком замыкании обеспечивается быстродействующими предохранителями.

Резисторы R619, R620 ограничивают ток регулирующего транзистора T126 при включении прибора и при коротком замыкании на выходе источника. Стабилитроны D119, D120, D121 служат для защиты по напряжению регулирующих транзисторов.

Воздействие на регулирующий элемент осуществляется через цепь отрицательной обратной связи, в которую входят источник опорного напряжения и делитель обратной связи. В качестве УПТ используется операционный усилитель на микросхеме 140УД1А.

Для питания УПТ используются напряжения 5,6 и минус 5,6 В, которые снимаются с параметрических стабилизаторов Д81, R658 и Д86, R681, подключенных к источникам напряжения 15 и минус 12 В. Питание первого вывода микросхемы MC45 источника питания минус 100 В производится от отдельного двухкаскадного параметрического стабилизатора R665, Д84, R671, Д95. Этим исключается повышение напряжения на выходе стабилизатора при выходе из строя источника питания минус 12 В, от которого питаются все микросхемы 140УД1А плюсовых источников.

Опорное напряжение для источников питания 150, 35, 15 В является общим и снимается со стабилизатора Д87 типа Д818Г, а для источников питания минус 12 и минус 100 В со стабилизатора Д92 типа Д818 Г.

При указанном включении опорных напряжений и источников питания УПТ стабилизаторы 15 и минус 12 В являются задающими и обеспечивают работу других стабилизаторов. Отсутствие напряжения на выходе одного из источников питания приводит к отсутствию напряжения у другого, а следовательно, и к отсутствию или к значительному отклонению напряжений у остальных источников.

Для обеспечения включения в работу источника питания 15 В установлен стабилизатор Д121 типа Д815Ж.

Для предотвращения возбуждения УПТ в стабилизаторе 150 В установлены корректирующие цепочки R638, C226, R639, C227, C229, C222, R633, снижающие коэффициент усиления на частотах, превышающих частоту пульсации. Для снижения пульсаций выходного напряжения применен конденсатор C283. Аналогичные корректирующие цепи установлены и в остальных УПТ стабилизаторов.

Установка выходного напряжения производится с помощью резисторов:

R648 в источнике питания 150 В;
R653 в источнике питания 35 В;
R656 в источнике питания 15 В;
R675 в источнике питания минус 12 В;
R678 в источнике питания минус 100 В.

Диодная матрица ДМ21 и аналогичные сборки в остальных источниках защищают входы УПТ от перегрузок при переходных процессах.

Источник питания 200 В предназначен для питания высоковольтного преобразователя и включает в себя одноплазменный выпрямитель Д118 и фильтр С285. Резистор R740 служит для разряда конденсатора фильтра.

Источник питания 27 В предназначен для питания высоковольтного преобразователя и включает в себя мостовой выпрямитель Д61...Д64 и фильтр С211. Резистор R611 предназначен для разряда конденсатора фильтра.

4.2.9. Схема высоковольтного преобразователя состоит из следующих функциональных устройств:

- LC - автогенератора,
- высоковольтного трансформатора,
- умножителей напряжений послеускоряющего, катодного и модулирующего электронов,
- делителя обратной связи,
- УПТ.

Электрическая принципиальная схема с перечнем элементов высоковольтного преобразователя приведена в приложении 11.

LC - генератор выполнен по схеме с индуктивной обратной связью на транзисторе Г1 (2Т808А). Коллекторной нагрузкой автогенератора служит первичная обмотка (выводы 1,2) высоковольтного трансформатора Тр1. Для обратной связи автогенератора служит дополнительная обмотка 2,4 высоковольтного трансформатора. Автогенератор питается постоянным нестабилизированным напряжением 27 В, которое является входным напряжением (Цвх) высоковольтного преобразователя.

С вывода 5 трансформатора Тр1 переменное напряжение амплитудой 1,6 кВ подается на выпрямитель напряжения послеускорения (Цпу), выполненный по схеме умножения напряжения. На выходе выпрямителя получается постоянное напряжение послеускорения 20 000В.

С вывода 6 трансформатора Тр1 переменное напряжение амплитудой 1,25 кВ подается на выпрямитель напряжения катода Цк, выполненный по схеме удвоения напряжения. В схемах выпрямителей-умножителей напряжения послеускорения и катода применены выпрямительные столбы типа 2Ц106А.

С вывода 7 трансформатора Тр1 переменное напряжение амплитудой 250 В подается на схему выпрямления и регулирования напряжения модулятора, собранную на диодах 2Д102Б.

Регулирование напряжения модулятора в требуемых пределах осуществляется изменением величины ограничивающего напряжения, подаваемого с делителя R1, R3, R6 через диод Д6. Через цепь Д10, R12 передается постоянная составляющая, а через конденсатор С15 — фронт импульса подсвета.

Для стабилизации и регулирования выходных напряжений высоковольтного преобразователя служат делитель обратной связи и УПТ.

Делитель обратной связи состоит из резисторов R16, R17, R18. Верхнее плечо делителя (R16) подключено к выходу выпрямителя напряжения катода, нижнее плечо (R18) — к цепи источника опорного напряжения (Uоп).

Стабилизация выходных напряжений осуществляется по принципу отрицательной обратной связи. Напряжение обратной связи Uос снимается со средней точки делителя обратной связи и подается на вход УПТ, который собран на транзисторах Т3 (2П309Е) и Т2 (2Т326Б) по схеме составного транзистора.

УПТ питается напряжением 15 В через стабилизатор Д1. Выход УПТ через цепь R8, R10, С2 подключен в цепь базы транзистора Т1 (2Т808А) автогенератора. Амплитуда колебаний на коллекторной обмотке его регулируется таким образом, чтобы выходное напряжение катода поддерживалось стабильным.

Регулирование выходных напряжений в требуемых пределах осуществляется путем изменения величины опорного напряжения Uоп. Для этого опорное напряжение снимается с резистора R4, включенного в делитель R2, R4, R7 стабилизированного напряжения 150 В.

4.2.10. В схемном решении пробника используется принцип разделения спектра сигнала на высокочастотные и низкочастотные составляющие с постоянным током с последующим суммированием.

Входной сигнал одновременно подается через разде-

лительную емкость на высокочастотный повторитель сигнала и непосредственно через цепи коммутации и компенсации постоянного тока на УПТ. Сложение сигналов происходит в широкополосном оконечном усилителе. Для стыковки и выравнивания ПХ двух частей схемы пробника используется частотно-зависимая цепь обратной связи.

Принципиальная схема с перечнем элементов приведена в приложении 10.

Низкочастотные составляющие спектра сигнала и постоянный ток со входа пробника через резистор R2 микросхемы МС2 подаются на переключатель В1.3, коммутирующий открытый и закрытый входы пробника. Регулированием резистора R36 достигается компенсация постоянных уровней напряжения на входе пробника. Подключение резистора КОМПЕНСАЦИЯ производится посредством переключателя В1.2 ВКЛ-ОТКЛ. Полярность компенсационного напряжения выбирается переключателем В1.1 "+ -". Для режима компенсации постоянных уровней УПТ, собранного на микросхеме МС1, микросхеме 140УД1А включена сумматором. Коэффициент усиления по напряжению УПТ, равный единице, достигается соотношением делителя, состоящего из резистора R2 микросхемы МС2 и резистора R8 на входе УПТ, а также делителя цепи обратной связи R13, R19 и R7, R6. Выходной сигнал с УПТ поступает через эмиттерный повторитель (Т1, 2Т312В) на нижнее плечо оконечного усилителя.

Высокочастотные составляющие спектра сигнала усиливаются по току микросхемой МС2, выполненной в виде микросхемы частного применения. Микросхема обеспечивает заданное входное сопротивление, функцию преобразователя импедансов, малое время нарастания ПХ, малую входную емкость и малые габаритные размеры. Сигнал с выхода микросхемы МС2 поступает в верхнее плечо широкополосного оконечного усилителя, который выполнен на двух транзисторах средней мощности Т2, Т3 типа 2Т640А. Оконечный усилитель обеспечивает необходимый ток в нагрузке для реализации заданного диапазона напряжений исследуемого сигнала во всем частотном диапазоне пробника. Коэффициент передачи пробника (равный единице) для высокочастотных составляющих спектра сигнала достигается резистором R26. Стыковка и выравнивание ПХ низкочастотной и высокочас-

тотной частей схемы пробника достигается включением с коллектора Т3 на вывод "9" микросхемы МС1 цепочки R18, С6 - частотно-зависимой обратной связи. Индуктивности L1, L2, L3 служат для коррекции полосы пропускания пробника.

Подбором емкостей конденсаторов С13, С14, С15 достигается заданная форма ПХ в пределах времени установления. Резистор R25 обеспечивает заданную величину неравномерности ПХ на участке времени до 10 нс. Резисторы R22, R24 подбираются для получения заданной неравномерности установившегося значения ПХ. Резисторами R4 и R18 выставляется баланс постоянного тока всего усилителя при нулевом уровне напряжения на выходе пробника. Для расширения полосы пропускания пробника используется 50-омный трансформатор, выполненный в виде отрезка кабеля.

4.3. Конструкция

4.3.1. Прибор выполнен в настольном варианте горизонтального построения (рис. 8).

Несущий каркас выполнен на основе алюминиевых сплавов и состоит из передней панели 19 и задней стенки 22 и профилированных боковых стяжек 23.

Крышки 21 ограничивают доступ внутрь прибора. На них имеются вентиляционные отверстия.

Для переноса прибора предусмотрена ручка 25, конструкция которой позволяет для удобства работы устанавливать прибор наклонно.

4.3.2. Конструкция и расположение основных сборочных функционально законченных устройств показаны на рис. 9, 10.

Основные сборочные функционально-законченные устройства прибора:

- ЭЛТ с экраном и коррекционными катушками 28;
- нагрузка согласованная 31;
- блок питания 34;
- преобразователь высоковольтный 44;
- входные делители напряжения 47;
- усилитель двухканальный 46;
- переключатель каналов 27;
- переключатель режимов развертки 41;
- усилитель оконечный У 30;
- усилитель Z 33.

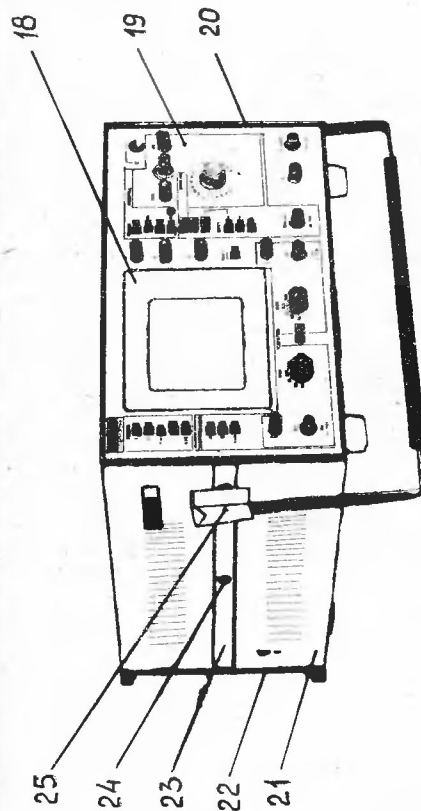


Рис. 8. Настольный вариант горизонтального построения

18 - обрамление; 19 - передняя панель; 20 - рама; 21 - крышка; 22 - задняя стенка; 23 - стяжка; 24 - винт; 25 - ручка.

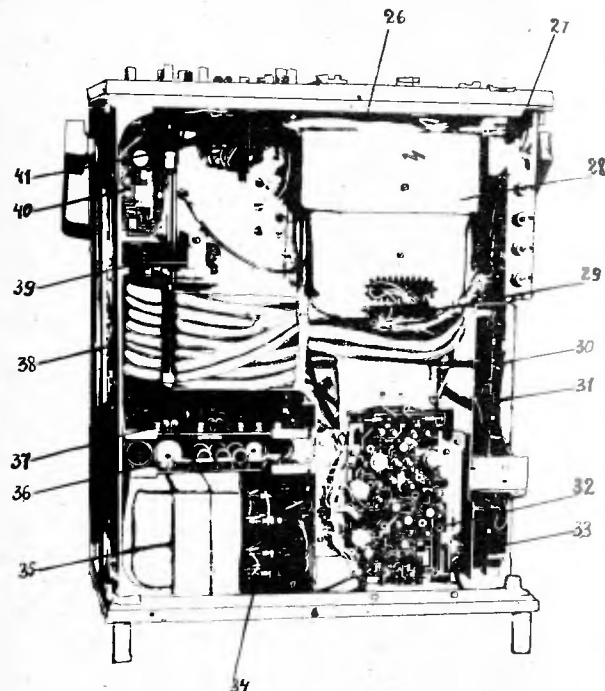


Рис.9. Прибор. Вид сверху.

26 - светопровод; 27 - переключатель каналов; 28 - ЭЛТ с экраном и коррекционными катушками; 29 - монтажная панель; 30 - оконечный усилитель Y, 31 - согласованная нагрузка; 32 - оконечный усилитель X, 33 - усилитель Z, 34 - блок питания; 35 силовой трансформатор; 36 - выпрямитель; 37 - стабилизатор; 38 - линия задержки; 39 - переключатель развертки; 40 - калибратор; 41 - переключатель режимов развертки

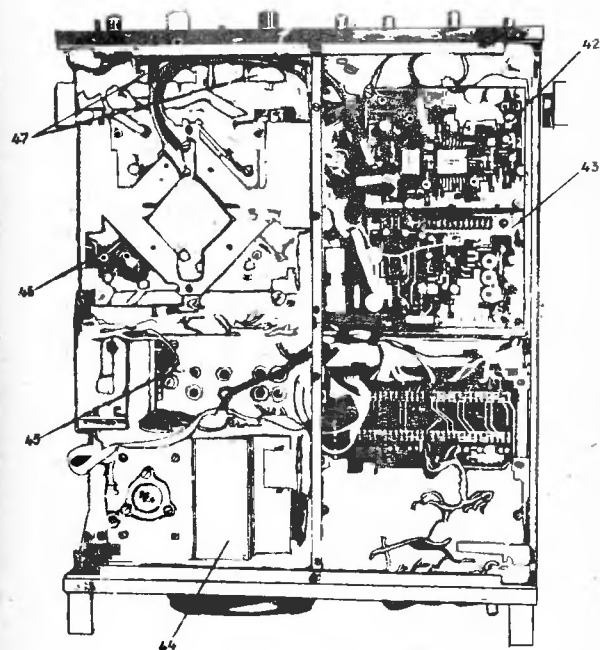


Рис.10. Прибор. Вид снизу:

42 - усилитель синхронизации; 43 - развертка; 44 - высоковольтный преобразователь; 45 - регулятор напряжения; 46 - двухканальный усилитель; 47 - входные делители напряжения

- усилитель оконечный X 32;
- развертка Б 43;
- переключатель развертки 39;
- усилитель синхронизации 42;
- калибратор 40;
- регулятор напряжения 45;
- линии задержки 38.

ЭЛТ, помещенная в электромагнитный экран, расположена в левой верхней части прибора. Положение ЭЛТ на экране фиксируется мягкими прокладками в передней части экрана и креплением с помощью хомута и винта в задней части экрана.

Внутри экрана, в передней его части, расположена поворотная катушка, за ней помещена катушка коррекции искажений.

Катушка коррекции искажений состоит из четырех секций, размещенных на ядре из электротехнической стали.

Непосредственно на ЭЛТ установлена катушка коррекции неортогональности и смещения.

Распайка выводов катушек осуществлена на монтажной панели 28, установленной на экране.

Освещение шкалы ЭЛТ осуществляется лампочками типа СМН9-60-2, расположенными в светопроводе 26.

Светопровод установлен на передней панели и с помощью пружин прижимается к ЭЛТ.

Конструкция обрамления ЭЛТ предусматривает возможность установки светозащитного тубуса и тубуса для фотографирования.

Органы настройки и управления ЭЛТ расположены на передней панели справа от обрамления. Расположение органов управления и регулирования на передней панели прибора показано на рис. 11.

Согласованная нагрузка 31, выполненная на керамическом основании, установлена непосредственно на экране ЭЛТ вблизи выводов выхода сигнальной системы.

Блок питания 34 выполнен в виде отдельного конструктивно законченного устройства на трех ПУ.
42

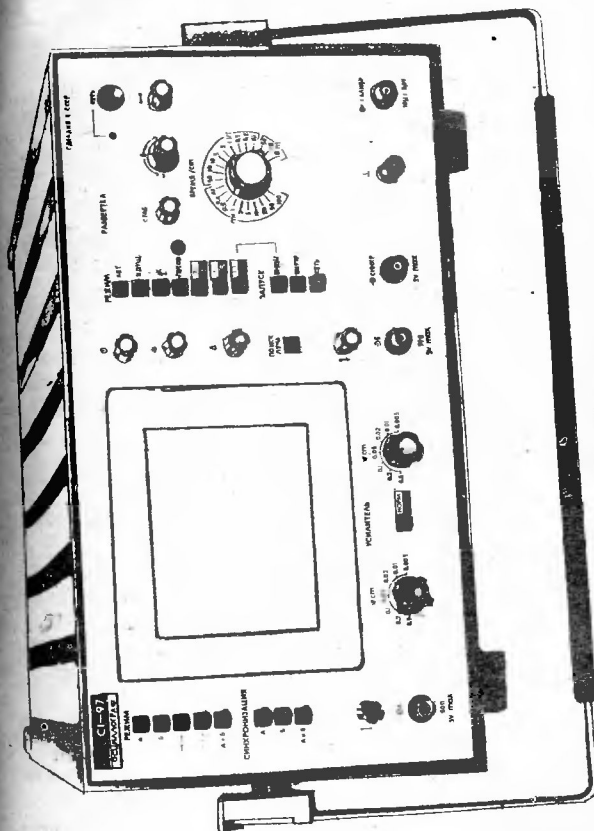


Рис. 11

Расположение органов управления и регулирования на передней панели прибора.

На объединительной плате установлены розетки, в которые по направляющим на боковых стенках вставляются выпрямитель 36 и стабилизатор 37. Одна из стенок блока используется как радиатор для установки мощных транзисторов.

Силовой трансформатор 35 помещен в электромагнитный экран. Таблица намоточных данных силового трансформатора приведена в приложении 3.

Высоковольтный преобразователь 44 расположен в нижней части прибора на горизонтальном шасси.

Высоковольтный преобразователь выполнен на двух ПУ: выпрямителе, залитом компаундом ЭО-317Д, и преобразователе, которые механически соединены между собой. Весь блок залит пенополиуретаном ППУ-305 А. Для создания электростатического экрана на поверхность нанесен цинковый слой методом напыления.

Входные делители напряжения 47 установлены на передней панели, выполнены в виде барабана, по обе стороны которого расположены ПУ. Переключение входа делителя осуществляется ручкой, установленной на оси делителя, фиксации положений производится роликом.

Двухканальный усилитель 46 расположен в нижней части прибора за входными делителями напряжения, он состоит из двух параллельно расположенных ПУ, соединенных между собой межплатными соединениями.

Переключатель каналов 27 и переключатель режимов развертки 41 установлены на передней панели, представляют собой ПУ с блоками переключателей П2К.

Оконечный усилитель У 30 установлен слева от ЭЛТ, вблизи выводов входа сигнальной системы, представляет собой ПУ, крепится к вертикальному шасси.

На том же шасси, ближе к задней стенке, установлен усилитель 33, представляющий собой ПУ.

Над ЭЛТ в задней части прибора расположен оконечный усилитель Х 32 - ПУ, закрепленный на шасси.

Развертка 43 расположена в левой части прибора, внизу шасси, она представляет собой ПУ.

44

Через розетку, расположенную в верхней части ПУ, подсоединен переключатель развертки 38. Переключатель развертки выполнен на многослойной печатной плате. Фиксация положений осуществляется роликом.

Усилитель синхронизации 42 - ПУ установлен параллельно развертке и соединен с ней электрическими межплатными соединениями.

Калибратор 40, представляющий собой ПУ, расположен на стойках над разверткой.

Регулятор напряжения 45 - ПУ установлен в левой нижней части прибора между двухканальным усилителем и высоковольтным преобразователем.

Линия задержки 38 выполнена из двухпроводного симметричного кабеля длиной 12 м, намотанного на барабан. Вход и выход кабеля подсоединены к объединительной печатной плате, откуда через специальные кабельные выходы подведены к оконечному усилителю У и электронному переключателю.

Все ПУ для улучшения электрического контакта установлены на втулках с насечкой, развальцованных на электростатических экранах.

Расположение радиоэлементов на ПУ показано в приложении 1.

4.3.3. Подключение питающих напряжений к вышеперечисленным сборочным единицам осуществляется от блока питания 34 через жгуты с разъёмными соединителями.

Таблицы разъемных соединений прибора приведены в приложении 4.

Сигнальные цепи выполнены кабелем РК50-2-11.

4.3.4. Электропитание к прибору подводится с помощью соединительного шнура, жестко закрепленного на задней стенке.

Крышка, закрывающая панель питания ЭЛТ, используется для укладки соединительного шнура.

На задней стенке также установлены счетчик времени наработки, плавкие вставки и четыре опорные ножки.

45

5.МАРКИРОВАНИЕ И ПЛОМБИРОВАНИЕ

5.1. Наименование прибора, товарный знак предприятия-изготовителя и знак госреестра нанесены на переднюю панель, условное обозначение "С1-87" - на переднюю панель и правую боковую стенку, заводской порядковый номер, присвоенный при изготовлении, и год выпуска - на заднюю стенку прибора.

5.2. Для облегчения ремонтных работ предусмотрены следующие маркировки:

а) на стенках, экранах, кронштейнах и ПУ около каждого электро- и радиоэлемента нанесены позиционные обозначения в соответствии с электрической принципиальной схемой;

б) концы каждого провода в объемном жгуте имеют цифровую маркировку;

в) контакты на колодках разъемов имеют цифровую маркировку;

г) первому номеру контакта разъема для соединения со штырями на печатном узле соответствует провод синего цвета;

д) на экране ЭЛТ, у выхода пластин ЭЛТ, нанесены цифры, соответствующие маркировке электродов ЭЛТ;

е) цвет провода в жгуте указывает его функциональное назначение:

- положительный потенциал - красного цвета;
- отрицательный потенциал - синего цвета;
- цепи питания переменного тока - желтого цвета;
- потенциал корпуса - черного цвета.

5.3. С целью ограничения доступа внутрь прибора для сохранения гарантий изготовителя предусмотрено пломбирование прибора. Пломбированию подлежат оба винта 24 (см. рис. 8).

Для сохранности комплекта прибора при транспортировании предусмотрено пломбирование укладочного ящика ЗИП и транспортной тары.

6.ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

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

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

Установите прибор на рабочее место, соблюдая следующие требования:

- расстояние от стенки прибора до ближайших стен или предметов должно быть не менее 100 мм;

- не допускается установка приборов неоднотипной конструкции и других предметов на приборе;

- в помещении, где установлен прибор, не должно быть вибрации и сильных электромагнитных полей;

- на прибор не должны попадать прямые солнечные лучи.

Соблюдайте условия эксплуатации прибора, изложенные в разделе 1.

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

До включения прибора ознакомьтесь с разделами 7, 8.

7. УКАЗАНИЕ МЕР БЕЗОПАСНОСТИ

По степени защиты от поражения электрическим током прибор относится к классу 1 ОСТ4.275.003.

В приборе имеются напряжения 35, 100, 150, 200 В и 2,5; 2,7; 20 кВ, опасные для жизни, поэтому при эксплуатации, контрольно-профилактических и регулировочных работах, производимых с прибором, строго соблюдайте соответствующие меры предосторожности:

- перед включением прибора в сеть убедитесь в исправности сетевого соединительного шнура и соедините клемму "  " с шиной заземления, до других присоединений к прибору.

— отсоединение клеммы "  " от шины заземления; производите после всех отсоединений;

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

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

— в случае использования прибора совместно с другими приборами или включения его в состав установок при проведении измерений, обслуживании, ремонте выравнивайте потенциалы корпусов приборов.

Во избежание электрического удара в особо опасных местах прибора установлены защитные штики, нанесены предупредительные знаки "  " красного цвета.

8. ПОДГОТОВКА К РАБОТЕ

Внимание! Во избежание выхода ЭЛТ из строя рекомендуется перед включением прибора в сеть установить ручку "  " в положение, соответствующее минимальной яркости луча, т.е. в крайнее против часовой стрелки положение.

До включения прибора произведите следующие операции:

— перед установкой на рабочее место протрите прибор сухой салфеткой;

— для удобства работы ручку переноса прибора, закрепленную на боковых стенках, используйте как подставку, для установки которой в местах крепления одновременно нажмите на фиксирующие устройства, поверните и спустите, зафиксировав ее под нужным углом;

— установите прибор таким образом, чтобы обеспечивалась свободная вентиляция. Вентиляционные отверстия кожуха прибора не должны быть закрыты другими предметами;

— соедините клемму "  " с шиной защитного заземления;

— установите органы управления в исходные положения, указанные в табл. 2.

Таблица 2

Органы управления	Обозначение на передней панели прибора	Исходное положение
Переключатель включения прибора	СЕТЬ	Нижнее
Ручка регулирования яркости	"  "	Левое
Ручка регулирования фокусировки	"  "	Среднее
Ручка регулирования освещения шкалы	"  "	Левое
Ручка перемещения луча по горизонтали	"  "	Среднее
Ручка перемещения луча по вертикали каналов А и Б	"  "	Среднее
Переключатель коэффициентов отклонения каналов А и Б	V /cm	"0,5 В"
Переключатель режима работы вертикального тракта:	РЕЖИМ	
— кнопка включения канала А	А	Нажата
— кнопка включения канала Б	Б	Не нажата
— кнопки включения попеременной и прерывистой работы каналов	" — " " ... "	Не нажаты
— кнопка одновременной работы каналов А и Б	А + Б	Не нажата
Переключатель синхронизации развертки внутренним сигналом:	СИНХРОНИЗАЦИЯ	
— кнопка включения синхронизации от канала А	"А"	Не нажата
— кнопка включения синхронизации от канала Б	"Б"	Не нажата
— кнопка одновременной синхронизации от каналов А и Б	"А + Б"	Не нажата
Переключатель НОРМАЛЬНО ИНВЕРТИРОВАНО	НОРМ.ИНВЕРТ.	НОРМ.

Продолжение табл. 2

Органы управления	Обозначение на передней панели прибора	Исходное положение
Переключатель вида запуска развертки:	РЕЖИМ	
- кнопка делителя входа синхронизации	"1:1 - 1:10"	Не нажата
- кнопка автоколебательного режима работы развертки	АВТ.	Нажата
- кнопка ждущего режима работы развертки	ЖДУЩ.	Не нажата
- кнопка включения однократного запуска	"1 ^x "	Не нажата
- кнопка включения растяжки развертки	"x1 - x0,1"	Не нажата
- кнопка переключения открытого и закрытого входов синхронизации	"~ ≈"	Не нажата
Переключатель вида запуска синхронизации развертки:	ЗАПУСК	
- кнопка внешнего запуска	ВНЕШ.	Не нажата
- кнопка внутреннего запуска	ВНУТР.	Нажата
- кнопка запуска от сети	СЕТЬ	Не нажата
Переключатель коэффициентов развертки	ВРЕМЯ/см	"0,1 ms"
Ручка регулирования стабильности изображения	СТАБ.	Среднее
Ручка регулирования уровня синхронизации		Среднее
Кнопка выведения изображения луча в рабочую часть экрана ЭЛТ	ПОИСК ЛУЧА	Не нажата

9. ПОРЯДОК РАБОТЫ

9.1. Подготовка к проведению измерений

9.1.1. Выполните операции, изложенные в разделе 8.

9.1.2. После включения прибора убедиться в его нормальном функционировании путем проверки действия основных органов управления в нижеуказанной последовательности:

- нажмите кнопку " → → " переключателя РЕЖИМ усилителя;

- выведите линии разверток на рабочую часть экрана с помощью ручек " ↑ ↓ " каналов А и Б и убедитесь в возможности перемещения каждой линии в пределах всего вертикального размера экрана;

- убедитесь в возможности совмещения начала и конца рабочей части линий развертки каналов А и Б с центром экрана ЭЛТ с помощью ручки " ← → ".

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

9.1.4. Откалибруйте прибор следующим образом.

Установите органы управления прибора в положения:

- кнопка " → → " переключателя РЕЖИМ - нажата;

- переключатель V/cm каналов А и Б - "0,1";

- переключатель ВРЕМЯ/см - "5 μs ".

Подайте на вход канала А прямоугольные импульсы с выхода калибратора и убедитесь в том, что вертикальный размер изображения импульса равен 6 делениям. Затем проверьте калибровку канала Б аналогичным образом.

При необходимости произведите корректировку коэффициентов отклонения с помощью резисторов КОРР.УСИЛ.А, КОРР.УСИЛ.Б, оси которых выведены под шлиц на нижней крышке прибора.

Проверьте калибровку коэффициентов развертки, установив органы управления прибора в следующие положения:

- кнопка А переключателя РЕЖИМ усилителя - нажата;

- кнопка **А**, переключателя **СИНХРОНИЗАЦИЯ** - не нажата;
- переключатель "**V /cm**" канала **А** - "**0,1**";
- кнопка **АВТ.** переключателя **РЕЖИМ** - нажата;
- кнопка **ВНУТР.** переключателя **ЗАПУСК** - нажата;
- переключатель **ВРЕМЯ/cm** - "**5 μ S**".

Пойдите на вход канала **А** прямоугольные импульсы калибратора с помощью высокочастотного кабеля, засинхронизируйте развертку с помощью ручки "**О**" и убедитесь, что на 10 делениях шкалы развертки укладывается 5 периодов прямоугольных импульсов калибратора.

тось, что на 10 делениях шкалы развертки укладывается 5 периодов прямоугольных импульсов калибратора.

9.1.5. При необходимости работы с активным пробником подключение пробника производите в отключенном приборе, этим вы обеспечите лучшие условия для включения пробника и предотвратите возможный выход из строя.

Соедините вилку разъема питания пробника с розеткой **ПИТАНИЕ ПРОБНИКА** на задней панели прибора. Соедините вилку сигнального разъема (типа **СР-50-270С**) пробника с входом одного из каналов прибора. После этого включите прибор. Через 15 мин после включения прибора проверьте калибровку коэффициента отклонения прибора с активным пробником.

Установите органы управления прибора в следующие положения:

- кнопка **А** (или **Б**, в зависимости от того, в какой канал подключен пробник) - нажата;
- переключатель **ВРЕМЯ/cm** - "**5 μ S**".

Ручкой "**О**" соответствующего канала совместите линию развертки с центральной горизонтальной линией шкалы прибора. Установите переключатель **КОМПЕНСАЦИЯ** пробника в положение **ВКЛ.** Подключите пробник через переход **15 (2,236,100)** к розетке калибратора прибора и ручкой **ПЛАВНО** установите изображение сигнала калибратора симметрично центральной горизонтальной линии шкалы.

Убедитесь в том, что вертикальный размер изображения сигнала калибратора равен 60 мм.

9.1.6. При работе прибора с другой аппаратурой сое-

дините с помощью проводников клемму прибора "**1**" с соответствующими клеммами аппаратуры.

Шины заземления следует делать как можно меньшей длины и достаточно большого сечения.

9.2. Проведение измерений.

9.2.1. Прибор имеет следующие режимы работы:

- работает один из каналов с пробником или без него (одноканальный режим);

- работают оба канала с пробниками или без них (двухканальный режим).

Все основные методы измерений, которые можно использовать при работе с прибором, применимы в полной мере при работе прибора с активным пробником.

9.2.2. Для работы прибора в одноканальном режиме установите органы управления прибора в следующие положения:

- переключатель **РЕЖИМ** усилителя - в положение **А** или **Б** в зависимости от выбранного канала;

- переключатель **V /cm** каналов **А** или **Б** - в необходимое положение (величина изображения на экране ЭЛТ не более 8 см);

- переключатель **ЗАПУСК** в соответствующее виду синхронизации положение.

При внутренней синхронизации установите переключатель **СИНХРОНИЗАЦИЯ** в положение **А** или **Б**, соответствующее выбранному каналу.

При внешней синхронизации установите переключатель **РЕЖИМ** развертки в положение **ЖДУЩ.**

При большом уровне внешнего сигнала включите делитель **1:10** переключателя **РЕЖИМ** развертки.

Синхронизацию от напряжения сети используйте для выявления в исследуемом сигнале составляющих с частотой питающей сети. Запуск схемы синхронизации на любом уровне запускающего сигнала и при любой его полярности осуществляйте с помощью ручки "**О**".

Однократный режим развертки используйте при исследовании однократных и редкоповторяющихся сигналов и осуществляйте с помощью фотографирования.

Для работы в однократном режиме нажмите кнопку "Г", затем нажмите кнопку ГОТОВ.

Свечение индикатора рядом с кнопкой говорит о готовности развертки к запуску. Для подготовки к следующему запуску нажмите снова кнопку ГОТОВ.

Запуск развертки происходит от первого запускающего сигнала. После завершения цикла работы развертки светодиод перестает излучать.

Выбор коэффициента развертки осуществляйте переключением переключателя ВРЕМЯ/см.

Растяжка прибора позволяет изменить в 10 раз масштаб по горизонтали с целью увеличить изображение по ширине экрана.

6.2.3. Работа прибора в двухканальном режиме осуществляется в положениях "→ →" или "..." переключателя РЕЖИМ.

В положении "..." переключателя РЕЖИМ осуществляется прерывистый режим работы каналов прибора. Переключение каналов осуществляется с частотой, примерно, 350 кГц.

В положении "→ →" переключателя РЕЖИМ осуществляется поочередный режим работы каналов прибора. Переключение каналов производится после каждого прямого хода развертки. При больших значениях коэффициента развертки уменьшается частота переключения каналов и на экране наблюдается поочередно сигнал одного из каналов. Это затрудняет наблюдение сигналов каналов А и Б, поэтому при больших коэффициентах развертки используйте прерывистый режим.

В положении А + Б переключателя РЕЖИМ усилителя работают оба канала и можно исследовать сумму или разность сигналов, поступающих на вход каналов. В этом же режиме можно компенсировать постоянную составляющую исследуемого сигнала, подавая на другой вход компенсирующее напряжение.

При использовании режимов руководствуйтесь следующими положениями:

- не превышайте входные допустимые постоянные напряжения;
- по возможности устанавливайте ручки "↑" обоих каналов в средние положения, что обеспечивает наибольший динамический диапазон в режиме алгебраического сложения.

9.2.4. Подача исследуемых сигналов осуществляется следующим образом.

Сигналы подавайте либо на вход канала А, либо на вход канала Б, либо на входы обоих каналов одновременно.

Кабели, используемые для подачи исследуемых сигналов на вход прибора, имеют большое влияние на погрешности воспроизведения высокочастотного сигнала. Для сохранения параметров исследуемого сигнала используйте активный пробник и высокочастотные кабели из комплекта ЗИП прибора. Помните, что заземляющая шина длиной в несколько сантиметров может создать "звон" порядка нескольких процентов. Поэтому, по возможности, используйте контакты заземления из комплекта ЗИП прибора.

Прибор имеет непосредственно (без использования выносных устройств) согласованный вход каждого канала с входным сопротивлением 50 Ом. Поэтому, если источник исследуемого сигнала имеет выходное сопротивление 50 Ом, его можно подключать непосредственно к прибору с помощью высокочастотного кабеля из комплекта ЗИП или любого другого высокочастотного кабеля с волновым сопротивлением 50 Ом.

Во всех случаях для обеспечения малой нагрузки исследуемой цепи применяйте активный пробник, имеющий входное сопротивление 100 кОм и входную емкость не более 4 пФ, а с делителем 1:10 - входное сопротивление $1 \pm 0,05$ МОм и входную емкость не более 2,5 пФ.

Особенности работы прибора с активным пробником при проведении измерений:

- при непосредственной подаче сигнала амплитудой более 10 В на вход пробника происходит искажение формы исследуемого сигнала;

— расширение динамического диапазона амплитуд исследуемого сигнала до $\pm 0,8$ В обеспечивает режим КОМПЕНСАЦИИ, при этом с помощью ручки ПЛАВНО сместите изображение сигнала симметрично центральной горизонтальной линии шкалы прибора;

— в режиме КОМПЕНСАЦИЯ можно компенсировать постоянный уровень исследуемого сигнала (до ± 4 В), при этом переключатель полярности установите в положение, соответствующее полярности постоянного уровня;

— при необходимости отделить постоянную составляющую от исследуемого сигнала, переключатель " $\approx \sim$ " входа пробника установите в положение " $\sim$ ";

— подключение к пробнику делителя 1:10 расширяет диапазон исследуемых сигналов и диапазон компенсации постоянных уровней в 10 раз при коэффициенте передачи ко входу прибора 1:10.

Входной каскад делителя вертикального отклонения выдерживает пиковое входное напряжение ± 3 В. Следовательно, в положении "0,005" переключателя " V/cm " напряжение входного сигнала любой формы не должно превышать 3 В.

Во всех других положениях переключателя " V/cm " величина напряжения подаваемого входного сигнала ограничена рассеиваемой мощностью резисторов, входящих во входной делитель. Так как входное сопротивление делителя равно 50 Ом, а мощность рассеяния резисторов 0,25 Вт, то величина максимально допустимого постоянного напряжения, подаваемого на делитель, т.е. на вход любого из каналов прибора, не должна превышать 3В.

9.2.5. Прибор позволяет измерять:

— мгновенные значения напряжения исследуемого сигнала относительно корпуса прибора;

— разность напряжений между любыми двумя точками (частями) сигнала;

— временной интервал между любыми двумя точками (частями) сигнала;

— длительность сигнала или его части.

Измерение напряжений и временных параметров сигналов производите методом калиброванной шкалы. Этот метод измерения основан на измерении линейных размеров изображения сигнала или его части непосредственно по шкале экрана ЭЛТ. Измеряемую величину определяйте путем умножения линейного размера по вертикали (горизонтالي) в сантиметрах между измеряемыми точками (частями) на изображении сигнала на коэффициент отклонения (коэффициент развертки), установленный переключателем V/cm (ВРЕМЯ/cm).

При использовании выносных делителей, а также растяжки развертки при измерении временных параметров, полученный результат необходимо умножить на коэффициент передачи делителя или коэффициент растяжки развертки.

9.2.6. Измерение максимальной величины переменного напряжения (рис. 12) производите следующим образом:

а) проверьте калибровку коэффициентов отклонения, как указано в п.9.1.4;

б) включите одноканальный или двухканальный режим работы прибора;

в) подайте сигнал на гнездо " $\rightarrow A$ " или " $\rightarrow B$ " входа одного из включенных каналов;

г) установите переключатель V/cm в такое положение, при котором величина изображения исследуемого сигнала находилась бы в пределах от 3 до 8 см;

д) ручкой " $\leftarrow O \rightarrow$ " добейтесь устойчивого изображения;

е) установите переключатель ВРЕМЯ/cm включенной развертки в положение, при котором на экране наблюдается несколько периодов исследуемого сигнала;

ж) установите ручку " $\downarrow$ " включенного канала так, чтобы один уровень сигнала совпадал с одной из линий шкалы, а другой находился в пределах экрана ЭЛТ.

Ручкой " $\longleftrightarrow$ " горизонтального перемещения луча сместите изображение таким образом, чтобы один из уровней находился на центральной вертикальной линии шкалы (см. рис. 12);

з) измерьте количество делений между крайними точками изображения по вертикальной оси;

и) умножьте количество делений, измеренное выше, на показание переключателя " V/cm " и на 10, если используете при измерении активный пробник с делителем 1:10.

Пример. Размах изображения (см. рис. 12) составляет 6,8 мм (6,8 деления), используется активный пробник с делителем 1:10, переключатель " V/cm " установлен в положение "0,05".

Максимальная величина напряжения будет составлять: $6,8 \text{ см} \times 0,05 \text{ В/см} \times 10 = 3,4 \text{ В}$.

8.2.7. Измерение постоянного напряжения производите следующим образом:

а) проверьте калибровку коэффициента отклонения каналов, как указано в п.8.1.4;

б) включите одноканальный или двухканальный режим работы прибора;

в) режим запуска развертки установите автоколебательный;

г) ручкой " $\updownarrow$ " включенного канала совместите луч с линией шкалы экрана ЭЛТ в нижней части рабочего поля, если измеряемый потенциал положительный, или в верхней части, если — отрицательный;

д) установите переключатель " V/cm " в такое положение, при котором отклонение луча на экране ЭЛТ при бора при подаче сигнала на вход канала находилось бы в пределах от 3 до 8 делений;

е) подайте сигнал на гнездо " $\odot$ А" или " $\odot$ Б" входа одного из включенных каналов;

ж) проверьте совмещение нулевой линии луча с горизонтальной линией шкалы экрана ЭЛТ при отключенном сигнале. При необходимости совместите линию луча с горизонтальной линией шкалы экрана ЭЛТ ручкой " $\updownarrow$ ";

з) после подачи сигнала на вход канала измерьте количество делений, на которые отклонился луч по центральной вертикальной линии шкалы экрана ЭЛТ;

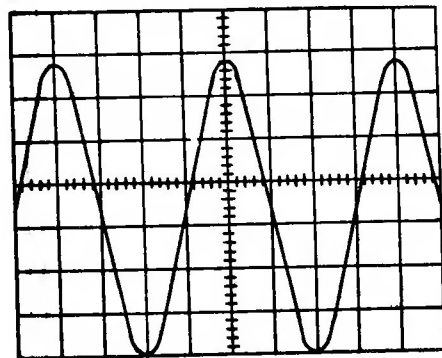


Рис. 12. Измерение максимальной величины переменного напряжения

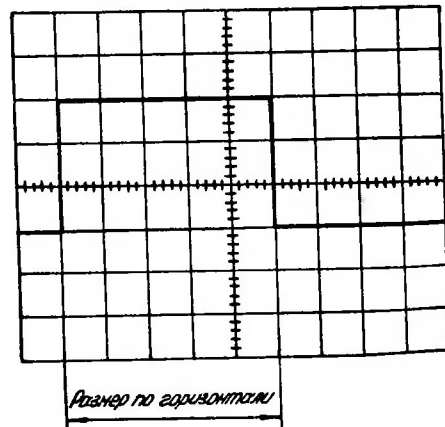


Рис. 13. Измерение временного интервала между двумя точками сигнала

и) умножьте количество делений, измеренное выше, на показания переключателя V/cm и на 10, если используется при измерении активный пробник с делителем 1:10.

8.2.8. Измерение временных интервалов между двумя точками сигнала производите следующим образом:

а) выключите одноканальный или двухканальный режим (если на вход необходимо подавать два сигнала);

б) проверьте калибровку коэффициентов развертки, как указано в п.8.1.4;

в) установите переключатель V/cm в такое положение, чтобы изображение было в пределах от 3 до 8 см (делений) по вертикальной линии шкалы экрана ЭЛТ;

г) ручкой "  " установите устойчивое изображение;

д) переключателем $ВРЕМЯ/cm$ установите такой коэффициент развертки, при котором расстояние между двумя измеряемыми точками находилось бы в пределах от 4 до 10 см (делений);

е) ручкой "  " установите изображение таким образом, чтобы точки, между которыми измеряется время, находились на центральной горизонтальной линии шкалы экрана ЭЛТ (рис. 13);

ж) ручкой "  " установите изображение сигнала симметрично центральной вертикальной линии шкалы экрана;

з) измерьте горизонтальное расстояние между измеряемыми точками в центре по горизонтальной линии шкалы ЭЛТ прибора;

и) умножьте расстояние, измеренное выше, на значение коэффициента развертки, которое определится положением переключателя $ВРЕМЯ/cm$. При использовании расстояжьи коэффициентов развертки, ответ умножьте на 0,1.

Пример. Предположим, что расстояние между измеряемыми точками равно 5 см (делений) (см. рис. 13), переключатель $ВРЕМЯ/cm$ установлен в положение " $0,5 \mu s$ ", расстояние выключено.

Длительность времени между точками сигнала равна

$$\tau = 0,5 \text{ мкс/см} \times 5 \text{ см (делений)} = 2,5 \text{ мкс}, \quad (1)$$

где τ — длительность времени между двумя точками сигнала.

8.2.9. Измерение частоты периодических сигналов производите следующим образом:

а) измерьте длительность одного периода исследуемого сигнала (T), как описано в п. 8.2.8;

б) рассчитайте частоту сигнала (f_c) как обратную величину длительности периода T .

Пример. Предположим, что длительность периода равна 0,1 мкс, тогда частота этого сигнала будет равна:

$$f_c = \frac{1}{T} = \frac{1}{0,1 \cdot 10^{-6}} = 10 \cdot 10^6 \text{ Гц} = 10 \text{ МГц} \quad (2)$$

где f_c — частота сигнала;
 T — длительность периода.

8.2.10. Измерение длительности фронта импульса основано на том же методе, что и измерение временных интервалов.

Измерение производите следующим образом:

а) подайте сигнал на гнездо "  А " или "  В " входа одного из каналов;

б) установите одноканальный или двухканальный (если наблюдаете одновременно два сигнала) режим работы прибора;

в) установите переключателем V/cm размер изображения в пределах от 3 до 8 см (делений). Размер изображения устанавливайте, по возможности, максимальным;

г) установите переключатель $ВРЕМЯ/cm$ в такое положение, при котором расстояние между точками на фронте импульса (уровни 0,1 и 0,9 амплитуды) будет равно 4–10 см (делений). Желательно измерение длительности фронта импульса производить в центре рабочей части экрана ЭЛТ прибора;

д) определите горизонтальное расстояние между уровнями 0,1 и 0,9 амплитуды импульса (см. рис. 14);

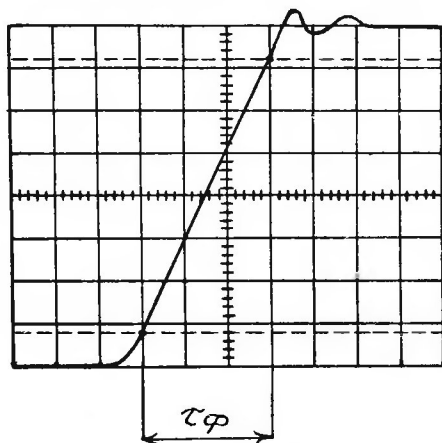


Рис.14.Измерение длительности фронта импульса

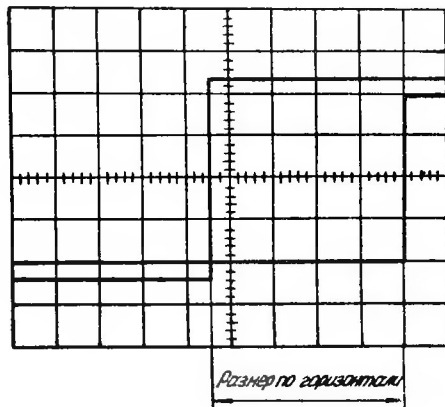


Рис.15.Измерение временного сдвига двух сигналов

е) умножьте расстояние по горизонтали, измеренное выше, на значение коэффициента развертки.

При использовании растяжки коэффициентов развертки ответ умножьте на 0,1.

Пример. Предположим, что расстояние по горизонтали между точками на уровнях 0,1 и 0,8 равно 3 см (делениям) (см. рис. 14), переключатель ВРЕМЯ/см установлен в положение "20 нс /см" и включена растяжка развертки.

Длительность фронта импульса в этом случае будет равна:

$$\tau_{\phi} = 20 \text{ нс/см} \times 3 \text{ см(деления)} \times 0,1 = 6 \text{ нс} \quad (3)$$

где τ_{ϕ} – длительность фронта импульса.

9.2.11. Измерение временного сдвига двух сигналов производится следующим образом:

- включите двухканальный режим работы прибора;
- подайте один сигнал на вход канала А, а другой – на вход канала Б;
- если сигналы противоположной полярности, то нажмите кнопку НОРМ.ИНВЕРТ. и инвертируйте сигнал во втором канале;
- установите переключателями "V /см" величину изображения каждого сигнала, равную 4-6 делений;
- нажмите кнопку А и Б переключателя РЕЖИМ усилителя;
- ручкой "O" установите устойчивую синхронизацию;
- установите переключатель ВРЕМЯ/см в такое положение, чтобы между двумя импульсами было 4 и более делений;
- установите ручки "↑" точки изображения, между которыми производится измерение, на центральной горизонтальной линии шкалы ЭЛТ или симметрично ей;
- измерьте расстояние по горизонтали между точками (рис. 15);
- умножьте полученное расстояние на коэффициент развертки, установленный переключателем ВРЕМЯ/см. При использовании растяжки результат умножьте на 0,1.

Пример. Предположим, что переключатель ВРЕМЯ/см

установлен в положение " $5 \mu s/cm$ ", включена растяжка. Разность по горизонтали между импульсами составляет 4,4 см (деления).

Временной сдвиг равен $5 \text{ мкс/см} \times 4,4 \text{ см (деления)} \times 0,1 = 2,2 \text{ мкс}$.

9.2.12. Фотографирование исследуемого сигнала производится следующим образом.

Установите переключатели коэффициентов развертки и отклонения в положения, требуемые для получения необходимого изображения сигнала на экране прибора.

Установите ждущий режим работы развертки. подайте на вход прибора какой-либо периодический сигнал в с помощью ручки "O" получите устойчивое изображение сигнала. Сфокусируйте изображение сигнала ручкой "C".

Установите фотоаппарат "Зенит Е" и фотообъектив "Гелиос 44" в фотопроставку и закрепите ее на обрамлении прибора. Подготовьте фотоаппарат к фотографированию. Нажмите кнопку "1X", периодически нажимая кнопку ГОТОВ и наблюдая изображения сигнала через объектив фотоаппарата, установите максимально возможную яркость, при которой еще можно сфокусировать изображение сигнала.

Отключите периодический сигнал от входа прибора и нажмите кнопку ГОТОВ. Свечение светодиода указывает на готовность прибора к регистрации исследуемого сигнала.

Откройте затвор фотоаппарата, подайте исследуемый сигнал на вход прибора и закройте затвор, когда свечение светодиода прекращается.

Максимальная скорость фотозаписи реализуется объективом "Гелиос 44" при использовании фотопленки РФ-3 чувствительностью 1000-1200 1/рентген и обработке ее в проявителе КЦ-1 при температуре $28,3 \pm 2 \text{ K}$ ($20 \pm 20^\circ \text{C}$) в течение 6-8 мин.

9.3. Параметры исследуемых сигналов и погрешности измерений.

9.3.1. С помощью прибора могут исследоваться сигналы различных форм: прямоугольные, трапециевидные (сим-

метричные и несимметричные) с линейными или экспоненциальными фронтами и спадом, колоколообразные, треугольные, гармонические, синусоидальные.

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

Погрешности воспроизведения сигналов определяются, в основном, параметрами переходной характеристики вертикального тракта (временем нарастания, неравномерностью 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 погрешности совмещения линии изображения сигнала с рисками шкалы и погрешности 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 уровня 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 2-2,5 раза коэффициентов отклонения и коэффициентов разверток минимальными размерами изображения для прибора будут 32 мм по вертикали и 40 мм по горизонтали.

Погрешности воспроизведения различных по форме сигналов, а, следовательно, и погрешности измерения их параметров, будут различными даже при одинаковых величинах параметров этих сигналов. Так, например, погрешности измерения амплитуд импульсных сигналов с плоской вершиной (прямоугольные, трапециевидные) 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 (ΔU) в процентах рассчитывается по формуле:

$$\Delta U = \sqrt{\delta_{к.о.}^2 + \delta_n^2 + \delta_{виз. U}^2} \cdot U, \quad (4)$$

где $\delta_{к.о.}$ - погрешность коэффициента отклонения, %;

δ_n - неравномерность ПХ, %;

$\delta_{виз. U}$ - визуальная погрешность при измерении амплитуды, %.

Визуальная погрешность при измерении амплитуды ($\delta_{виз. U}$) в процентах определяется по формуле:

$$\delta_{виз. U} \approx \frac{0,4v}{h} \cdot 100 \quad (5)$$

где v - ширина линии луча, мм;

h - размер изображения импульса, мм.

Погрешность измерения длительности импульса прямоугольной формы (ΔT) в процентах рассчитывается по формуле:

$$\Delta T = \sqrt{\delta_{к.р.}^2 + \delta_{0,5U}^2 + \delta_{виз. T}^2} \quad (6)$$

где $\delta_{к.р.}$ - погрешность коэффициента развертки, %;

$\delta_{0,5U}$ - погрешность, вызванная неточностью определения уровня 0,5 амплитуды, %;

$\delta_{виз. T}$ - визуальная погрешность при измерении длительности, %.

Погрешность, вызванная неточностью определения уровня 0,5 амплитуды ($\delta_{0,5U}$) в процентах определяется по формуле:

$$\delta_{0,5U} \approx \frac{0,28v}{h} \sqrt{\operatorname{tg}^2 \alpha_1 + \operatorname{tg}^2 \alpha_2} \cdot 100, \quad (7)$$

где α_1 - угол, образованный фронтом импульса и вертикальной линией шкалы, градус;

α_2 - угол, образованный срезом импульса и вертикальной линией шкалы, град.

Визуальная погрешность при измерении длительности ($\delta_{виз. T}$) в процентах определяется по формуле:

$$\delta_{виз. T} \approx \frac{0,4v}{l} \cdot 100 \quad (8)$$

где v - ширина линии луча, мм;

l - размер изображения по уровню 0,5 амплитуды, мм.

Зная составляющие погрешностей измерения (погрешности коэффициентов отклонения и коэффициентов развертки, 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 формулам (4) и (6) рассчитать погрешности измерения амплитуды и длительности импульса прямоугольной формы.

Величина основной погрешности измерения амплитуды импульсов прямоугольной формы длительностью не менее времени установления ПХ (5 нс при непосредственном входе и 10 нс при использовании активного пробника) для минимального (32 мм) размера изображения импульса по вертикали не более 4,5%, для максимального (80 мм) размера изображения импульса по вертикали не более 4,2%.

В табл. 3 приведены величины основной погрешности измерения длительности импульсов прямоугольной формы на уровне 0,5 амплитуды для импульсов длительностью от 5 нс и более при минимальном и максимальном размерах изображения импульса по горизонтали. Расчет приведенных в табл. 3 величин основной погрешности произведен для минимального размера изображения импульса по вертикали ($h = 32$ мм) при углах α_1 и α_2 , образованных фронтом и срезом импульса и вертикальными линиями шкалы, равных 45° .

Во всех других случаях погрешности измерения амплитуды и длительности импульса прямоугольной формы могут быть определены по формулам (4) и (6).

Таблица 3

Размер изображения импульса по горизонтали, мм	Величина основной погрешности измерения длительности, %, не более			
	Коэффициент развертки 1 нс/см	Коэффициент развертки 2 нс/см	Коэффициент развертки 5 нс/см	Коэффициент развертки 10 нс/см - 100 мс/см
40	8,2	5,6	4,2	3,3
100	5,1	4,2	3,6	3,2

8.3.3. В табл. 4 приведены основные параметры некоторых характерных форм сигналов, которые могут измеряться прибором с величиной основной погрешности измерения амплитуды и длительности, не превышающей 5%.

Таблица 4

Вид сигнала	Параметры входного сигнала					
	при непосредственном входе			с активным пробником		
	Фронт сигнала, нс, не менее	Длительность сигнала, нс, не менее	Частота следования, МГц, не более	Фронт сигнала, нс, не менее	Длительность сигнала, нс, не менее	Частота следования, МГц, не более
Трапецеидальный импульс с линейным фронтом и срезов	4	5	50	8	10	55

Продолжение табл. 4

Вид сигнала	Параметры входного сигнала					
	при непосредственном входе			с активным пробником		
	Фронт сигнала, нс, не менее	Длительность сигнала, нс, не менее	Частота следования, МГц, не более	Фронт сигнала, нс, не менее	Длительность сигнала, нс, не менее	Частота следования, МГц, не более
Трапецеидальный импульс с экспоненциальным фронтом и срезов	3	5	60	6	10	35
Колоколообразный импульс	5	7	50	10	14	30
Треугольный импульс	10	12	38	20	24	20
Гармонический сигнал	3	6	90	6	12	50
Косинус - квадратный импульс	3	5	90	6	10	50

8.3.4. 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;

- выбирайте коэффициент отклонения и коэффициент развертки таким образом, чтобы измеряемая 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. ХАРАКТЕРНЫЕ НЕИСПРАВНОСТИ И МЕТОДЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ

10.1. Перечень характерных неисправностей и методы их устранения.

10.1.1. Поиск неисправностей начинайте с установки органов управления в положения, указанные в табл. 2.

Перечень характерных или возможных неисправностей, их вероятные причины, а также методы устранения приведены в табл. 5.

Таблица 5

Наименование неисправности, внешнее проявление и дополнительные признаки	Вероятная причина неисправности	Метод устранения
Не включается сетевое напряжение (не загорается сигнальная лампочка СЕТЬ)	Обрыв шнура питания Перегорела вставка плавкая Пр8 Не исправен тумблер включения сети Перегорела сигнальная лампочка Короткое замыкание в цепи стабилизаторов или выпрямителей	Исправить Сменить Сменить Сменить Отыскать неисправность и устранить

Продолжение табл. 5

Наименование неисправности, внешнее проявление и дополнительные признаки	Вероятная причина неисправности	Метод устранения
В крайнем правом положении ручки "  " не высвечивается луч на экране ЭЛТ	Нет необходимых напряжений на ЭЛТ Не поступает импульс подсвета Не работает высоковольтный преобразователь Неисправен трансформатор Т1	Проверить, устранить неисправность в цепях питания ЭЛТ Проверить цепь подачи импульса подсвета, устранить неисправность Заменить вставку плавкую Пр1 Заменить
Не работает освещение шкалы	Перегорели лампы СМН0-60-2 Неисправен резистор R715 "  "	Заменить Заменить резистор
Луч ЭЛТ не перемещается по вертикали	Разбалансирован предварительный усилитель соответствующего канала Неисправна схема тракта вертикального отклонения	Провести балансировку предварительного усилителя Найти неисправность в тракте вертикального отклонения и устранить
Нет усиления по вертикали	Обрыв входного кабеля Неисправна схема тракта вертикального отклонения	Исправить или заменить кабель Найти неисправность в тракте и устранить

Продолжение табл. 5

Наименование неисправности, внешнее проявление и дополнительные признаки	Вероятная причина неисправности	Метод устранения
Нет развертки в автоколебательном и ждущем режимах запуска	Не работает генератор развертки Неисправен переключатель В2	Найти неисправность и устранить Разобрать переключатель, почистить и подрегулировать контакты переключателя
Не работает генератор развертки в ждущем режиме	Неисправна микросхема МС23 Повреждение в схеме усилителя синхронизации (У7)	Заменить Отыскать неисправный элемент и сменить
Отсутствует сигнал с розетки "КАЛИБР" 	Неисправен кабель, соединяющий розетку с соответствующим входом прибора	Заменить кабель
Напряжение на выходе стабилизаторов низковольтного источника значительно выше требуемого	Неисправен ПУ У15 Пробит один из регулирующих транзисторов	Проверить режим ПУ, устранить неисправность Найти и заменить
Напряжения на выходах высоковольтного преобразователя завышены (занижены)	Неисправен соответствующий стабилизатор Т1 высоковольтного преобразователя	Найти и заменить Заменить

Продолжение табл. 5

Наименование неисправности, внешнее проявление и дополнительные признаки	Вероятная причина неисправности	Метод устранения
	Завышено (занижено) напряжение 150 В, питающее высоковольтный преобразователь	Проверить питающее напряжение и регулированием соответствующего стабилизатора выставить 150 В.

10.1.2. Кроме неисправностей, перечисленных в табл. 5, при эксплуатации прибора могут иметь место и другие неисправности, связанные с выходом из строя или изменением параметров комплектующих элементов. В этом случае для обнаружения и устранения неисправностей пользуйтесь электрическими принципиальными схемами прибора, соответствующими разделами ТО (разделы 4, 9, 10, 12), таблицами напряжений, таблицей нерегулируемых данных трансформатора, маркировочными схемами.

10.2. Указания по замене элементов

После обнаружения неисправности необходимо произвести замену вышедших из строя элементов и проверку напряжений в точках по таблицам напряжений. В случае изменения параметров прибора из-за замены элементов по окончании ремонта необходимо произвести регулирование в соответствии с указаниями, приведенными в подразделе 10.4.

При ремонте после замены деталей место пайки необходимо промыть спирто-бензиновой смесью.

10.3. Правила разборки и сборки

10.3.1. Для производства ремонтных работ снимайте верхнюю и нижнюю крышки прибора (см. рис. 8), отвернув два винта 26; при этом обеспечивается доступ ко всем элементам прибора.

10.3.2. Замену ЭЛТ производите, соблюдая осторожность, предотвращая удары об экран, следующим образом:

- снимите обрамление 28 движением за паз на себя;
- снимите раму 30, отвернув 4 винта;
- отсоедините вывод электрода послеускорителя ЭЛТ 48 от высоковольтного преобразователя;
- отверните втулку вывода;
- отверните контакт;
- отпаяйте провод ЭЛТ от контакта;
- отсоедините 8 контактов с выводов ЭЛТ;
- отпаяйте 4 вывода катушки, находящейся на ЭЛТ, от монтажной панели 44;
- отверните крышку 58 на задней стенке;
- отверните четыре винта и отведите в сторону оконечный усилитель X 46;
- отверните винт 60 хомута, крепящего ЭЛТ в электромагнитном экране;
- слегка нажимая на цоколь, извлеките ЭЛТ через отверстие в передней панели прибора, предварительно приподняв вверх светопровод.

Сборку производите в обратном порядке, предварительно пропустив вывод электрода послеускорителя через отверстие в экране ЭЛТ и в шасси.

10.3.3. Замену высоковольтного преобразователя 47 производите следующим образом:

- отсоедините от высоковольтного преобразователя выводы электрода послеускорителя 48, катода и модулятора ЭЛТ;
- отсоедините от высоковольтного преобразователя розетку Ш101 и контакт Ш160;
- отверните 2 винта, крепящих планку, на которой установлен высоковольтный преобразователь к горизонтальному шасси;
- отверните 2 винта, крепящих высоковольтный преобразователь вместе с планкой к горизонтальному шасси и выньте высоковольтный преобразователь вместе с планкой из прибора;
- отверните 2 винта, крепящих высоковольтный пре-

образователь к планке, и снимите высоковольтный преобразователь.

Сборку производите в обратном порядке.

10.3.4. Замену лампочек в устройстве освещения шкалы производите следующим образом:

- отпаяйте выводы лампочек от контактов светопровода;
- отверните два винта 40;
- сместите светопровод за пределы рамы;
- извлеките лампочку.

Сборку производите в обратном порядке.

10.4. Методы настройки после ремонта.

10.4.1. После ремонта необходимо проверить основные характеристики прибора, приведенные в разделе 12, и при необходимости произвести регулирование.

10.4.2. После каждого ремонта произведите проверку напряжений источников питания с помощью вольтметра М109 в контрольных точках на объединительной плате, расположенной в нижней части прибора.

Если величины питающих напряжений отличаются от требуемых, осуществите подстройку с помощью резисторов: R648 в источнике питания 150 В; R653 в источнике питания 35 В, R656 в источнике питания 15 В, R675 в источнике питания минус 12 В, R678 в источнике питания минус 100 В.

10.4.3. Если замененный элемент влияет на параметры прибора, произведите подстройку имеющимися органами подстройки.

Элементы подстройки, расположенные в предварительном усилителе;

- резистор R126 - для установки баланса в первых каскадах предварительного усилителя канала А, собранных на микросхеме МС2;

- резистор R57 - для установки баланса в оконечных каскадах предварительного усилителя канала А, собранных на микросхеме МС3;

- резистор R56 - для корректировки коэффициента усиления предварительного усилителя канала А;

- конденсаторы C2, C4 - для корректировки ПХ предварительного усилителя канала А;

- резистор R146 - для установки баланса в первых каскадах предварительного усилителя Б, собранных на микросхеме MC6;

- резистор R82 - для установки баланса в оконечных каскадах предварительного усилителя канала Б, собранных на микросхеме MC5;

- конденсаторы C18, C21 - для корректировки ПХ предварительного усилителя канала Б;

- резистор R81 - для корректировки коэффициента усиления предварительного усилителя канала Б;

Элементы подстройки, расположенные в оконечном усилителе У:

- конденсатор C34 и резистор R161 - для корректировки ПХ оконечного усилителя У;

- резисторы R164, R177, R187 - для установки баланса тракта вертикального отклонения прибора;

- конденсаторы C35, C43, C46, - для корректировки ПХ тракта вертикального отклонения прибора.

Элементы подстройки, расположенные в оконечном усилителе Х:

- резистор R409 - для установки баланса оконечного усилителя Х;

- резистор R431 - для корректировки коэффициента усиления оконечного усилителя Х;

- конденсатор C125 - для установки линейности начального участка пилообразного напряжения;

- резисторы R435, R439 - для выбора динамического диапазона усиления плеч оконечного усилителя Х;

- резисторы R447, R448, R450 - для корректировки линейности пилообразного напряжения на коротких развертках;

76

- резистор R446, R452 - для корректировки линейности пилообразного напряжения в растяжке на коэффициенте развертки 10 нс/см;

- конденсаторы C128, C129, C133, C134, C140 - для повышения быстродействия цепи обратной связи.

Элементы подстройки, расположенные в развертке:

- конденсатор C83 - для установки линейности коэффициента развертки 50 нс/см;

- резистор R374 - для установки коэффициента развертки 0,1 мкс/см;

- резистор R373 - для установки коэффициента развертки 10 мкс/см;

- резистор R372 - для установки коэффициента развертки 1 мс/см.

Элементы подстройки, расположенные в усилителе синхронизации:

- резистор R237 - для установки баланса каскадов усилителя синхронизации, собранных на микросхеме MC18;

- конденсаторы C66, C74, C78 - для обеспечения устойчивой работы усилителя синхронизации;

- резистор R213 - для выбора рабочей точки усилителя синхронизации при нажатой кнопке ВНУТР.;

- резистор R246 - для установки баланса напряжений на выходе MC19 (ручка  должна находиться в среднем положении);

- резисторы R272, R273 - для выбора рабочих точек тушельных диодов D31 и D32.

Элементы подстройки, расположенные в усилителе Z:

- резистор R328 - для корректировки плоской части вершины подсветного импульса;

- резистор R645 - для корректировки фронта подсветного импульса.

Элементы подстройки, расположенные в калибраторе:

- резистор R576 - для подстройки выходного уровня напряжения калибратора.

10.4.4. После смены ЭЛТ произведите следующие операции:

77

а) ручку " * " поверните против часовой стрелки до упора;

б) тумблер СЕТЬ поставьте в верхнее положение;

в) проверьте наличие напряжений на вилках высоковольтного преобразователя;

ШЗ - 20 кВ;

Ш4 - минус 2,5 кВ;

Ш5 - минус 2,7 кВ;

г) с помощью ручек " ↑ ", " → " установите в каждой паре пластин УII, УIII и IY, YI равные по величине напряжения и измерьте величину среднего потенциала на пластинах УII, УIII;

д) вращением оси резистора R726 установите на контакте 6 ЭЛТ величину напряжения, равную паспортному значению;

е) вращением осей резисторов R501 и R515 установите на контактах II и II ЭЛТ величину напряжения согласно паспортным данным на ЭЛТ;

ж) вращением осей резисторов R488 и R522 установите на контактах 8 и 10 ЭЛТ величину напряжения согласно паспортным данным на ЭЛТ;

з) с помощью ручки " ⊙ " и поворотом оси резистора R512 установите достаточный диапазон изменения фокусирующего напряжения;

и) вращением оси резистора R711 установите потенциал на экранирующей диафрагме (контакт 9 ЭЛТ) согласно паспортным данным на ЭЛТ;

к) вращением оси резистора R714 установите потенциал на 1 квадрупольной линзе (контакт 4 ЭЛТ) согласно паспортным данным на ЭЛТ;

л) вращением осей резисторов R722 и R725 установите потенциалы на III и II квадрупольных линзах (IX вывод и контакт 5 ЭЛТ) согласно паспортным данным на ЭЛТ;

м) вращайте ручку " * " медленно по часовой стрелке до появления пятна на экране. Яркость пятна установите удобной для наблюдения;

н) установите оптимальную при данной яркости фокусировку пятна;

о) включите одноканальный режим работы прибора;

п) с помощью ручки " ↑ " включенного канала установите луч в центре экрана ЭЛТ и еще раз, вращая ось резисторов R722, R725 добейтесь оптимальной фокусировки луча;

р) вращением оси резисторов R716, R717 совместите горизонтальную линию луча в центре с горизонтальной линией шкалы ЭЛТ;

с) установите жлущий режим развертки. С выхода калибратора на вход работающего канала подайте сигнал. Переключатель V / см установите в положение "0,05". Ручкой " ↔ " переместите вертикальную линию луча в центр экрана ЭЛТ и вращением оси резисторов R706, R707 совместите ее с вертикальной линией шкалы ЭЛТ;

т) отключите от входа канала сигнал калибратора, включите автоколебательный режим развертки и, перемещая горизонтальную линию луча вверх и вниз, добейтесь вращением оси резисторов R704, R705 совмещения ее по краям с горизонтальными линиями шкалы ЭЛТ. После этого повторите операции, указанные в пунктах с), т);

у) в случае неравномерной фокусировки луча в рабочем поле ЭЛТ вращением осей резисторов R722, R725 в небольших пределах добейтесь равномерной фокусировки луча.

10.4.5. После смены высоковольтного преобразователя произведите следующие операции:

а) ручку " * " поверните против часовой стрелки до упора;

б) тумблер СЕТЬ поставьте в верхнее положение;

в) проверьте наличие напряжений на вилках высоковольтного преобразователя:

ШЗ - 20 кВ,

Ш4 - минус 2,5 кВ,

Ш5 - минус 2,7 кВ.

В случае необходимости, выставьте на вилке Ш4 резистором R4, установленным в высоковольтном преобразователе, напряжение минус 2,5 кВ;

г) ручки " ↓ " и " ← " установите в средние положения;
 д) установите ждущий режим развертки;
 е) вращайте ручку " * " медленно по часовой стрелке до упора. В случае появления пятна луча на экране ЭЛТ, с помощью резистора R3, установленного в высоко-вольтном преобразователе, уменьшайте яркость пятна и одновременно вращайте ручку " * " по часовой стрелке. Когда ручка " * " будет установлена в правое крайнее положение, резистором R4 уменьшите яркость пятна до полного его исчезновения;

ж) проверьте калибровку коэффициентов отклонения и развертки и, при необходимости, произведите их корректировку, как указано в п. 9.1.4.

11. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

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

11.2. Внешний осмотр прибора предусматривает проверку:

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

11.3. Осмотр состояния монтажа и устройств прибора предусматривает:

- проверку крепления устройств, состояния контрвинтовых резьбовых соединений, отсутствия сколов и трещин на деталях из пластмасс;
- удаление пыли, грязи и коррозии;
- принятие мер по защите коррозияющих мест.

12. ПОВЕРКА ПРИБОРА

12.1. Введение

Настоящий раздел составлен в соответствии с требо-

ваниями ГОСТ 8.311-78 "Осциллографы электронно-лучевые универсальные. Методы и средства поверки" и устанавливает методы и средства периодической поверки прибора при его эксплуатации. Порядок поверки прибора определяется ГОСТ 8.002-71.

Периодичность поверки в соответствии с этим государственным стандартом устанавливается:

- для приборов, подлежащих государственной поверке органами государственной метрологической службы;
- для приборов, подлежащих ведомственной поверке, органами ведомственной метрологической службы.

Рекомендуемая предприятием-изготовителем периодичность проведения поверки - один раз в год.

12.2. Операции и средства поверки

12.2.1. При проведении поверки производите операции и применяйте средства поверки, указанные в табл. 6

Таблица 6

Номер пункта раздела поверки	Наименование операций, производимых при поверке	Поверяемые отметки	Допускаемые значения погрешностей или предельные значения определяемых параметров	Средства поверки	
				образцовые	вспомогательные
12.4.1	Внешний осмотр	-	-	-	-
12.4.2	Опробование	-	-	-	-
	Определение метрологических параметров:				
12.4.3.	- определение ширины линии луча (п.2.1.2)	В центре, на верхней и нижней границе рабочей части экрана	0,8 мм	-	Г5-59

Продолжение табл. 6

Номер пункта раздела поверки	Наименование операций, проводимых при поверке	Поверяемые отметки	Допускаемые значения погрешностей или предельные значения определяемых параметров	Средства поверки	
				образцовые	вспомогательные
12.4.4	- определение основной погрешности коэффициента отклонения каждого канала при непосредственном входе и с активным пробником (п.2.1.4)	Все положения переключателя V/cm Размер изображения устанавливается равным 4, 6, 8 см для положения "0,5" и 8 см для остальных положений переключателя V/cm симметрично центральной горизонтальной оси	3%	B7-18	Г5-53
12.4.5	- определение времени нарастания ПХ каждого канала (п.2.1.5)	Все положения переключателя V/cm каждого канала при непосредственном входе в положение "0,02" переключателя V/cm с активным пробником	1 нс - при непосредственном входе 1,4 нс - с активным пробником	И1-15	

Продолжение табл. 6

Номер пункта раздела поверки	Наименование операций, проводимых при поверке	Поверяемые отметки	Допускаемые значения погрешностей или предельные значения определяемых параметров	Средства поверки	
				образцовые	вспомогательные
12.4.6	- определение вибро-са ПХ каждого канала и неравномерности на участке временного усреднения (п.2.1.6)	Все положения переключателя V/cm каждого канала при непосредственном входе и в положении "0,02" переключателя V/cm с активным пробником	5%	И1-15	
12.4.7	- определение времени установления ПХ каждого канала (п.2.1.7)	Все положения переключателя V/cm при непосредственном входе и положении этого переключателя с активным пробником	5 нс	И1-15	-
12.4.8	- определение неравномерности ПХ каждого канала (п.2.1.8)	Положение "0,1" переключателя V/cm при непосредственном входе и "0,02" этого переключателя с	3%	И1-15	-

Продолжение табл. 6

Номер пункта раздела проверки	Наименование операций, производимых при проверке	Поверяемые отметки	Допускаемые значения погрешностей или предельные значения определяемых параметров	Средства проверки	
				образцовые	вспомогательные
12.4.9	— определение основной погрешности коэффициента развертки (п.2.1.17)	активным пробником Все положения переключателя ВРЕ-МЯ/см. Погрешность определяется на 4, 6, 8, 10 см шкалы экрана ЭЛТ	4% 6% — на коэффициентах развертки 1 и 2 нс/см	И1-9 Г4-107 Г4-76А	

Примечания: 1. Вместо указанных в табл. 6 образцовых и вспомогательных средств проверки разрешается применять другие аналогичные измерительные приборы, обеспечивающие измерения соответствующих параметров с требуемой точностью

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

Основные технические характеристики средств проверки указаны в табл. 7.

Таблица 7

Наименование средства поверки	Основные технические характеристики средства поверки		Рекомендуемое средство поверки (тип)	Примечание
	Пределы измерения	Погрешность		
Образцовые средства поверки				
Вольтметр универсальный цифровой (вольтметр)	100 мкВ - 1000 В	0,1%	В7-18	
Генератор испытательных импульсов (генератор)	Фронт импульса 0,25 нс	-		
	Амплитуда 0-10В	-	И1-15	
Генератор сигналов высокочастотный (генератор)	12,5-400 МГц	1%	Г4-107	
Генератор сигналов высокочастотный (генератор)	0,4-1,2 ГГц	1%	Г4-76А	
Калибратор осциллографов импульсный (калибратор)	100 нс - 10 с	$10^{-4} T_K$	И1-9	T_K -период следования
Вспомогательные средства поверки				
Генератор импульсов калиброванной амплитуды (генератор)	0-10 В	0,01%+ +5 мВ	Г5-53	и -амплитуда импульса

12.3.1. При проведении операций проверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающей среды $20 \pm 5^\circ\text{C}$;
- относительная влажность воздуха $65 \pm 15\%$;
- атмосферное давление $100 \pm 4 \text{ кПа}$ ($750 \pm 30 \text{ мм рт.ст.}$);
- напряжение питающей сети $220 \pm 4,4 \text{ В}$ частотой $50 \pm 0,5 \text{ Гц}$ и содержанием гармоник не более 5%.

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

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

12.3.3. Перед проведением операций проверки необходимо выполнить подготовительные работы, оговоренные в разделе 8 ТО:

- разместить прибор на рабочем месте, обеспечив удобство работы;
- подготовить вспомогательные устройства (кабели, нагрузки, аттенуаторы и т.п.) из комплектов поверяемого прибора и образцовых средств проверки;
- соединить проводом клемму "  " прибора с шиной защитного заземления;
- подключить прибор и средства проверки к питающей сети;
- включить прибор и средства проверки и дать им прогреться в течение времени самопрогрева, оговоренного в технических описаниях и инструкциях по эксплуатации поверяемого прибора и средств проверки.

12.4. Проведение проверки

12.4.1. При проведении внешнего осмотра проверьте:

- комплектность прибора согласно табл. 1;
- отсутствие механических повреждений крышек, передней панели, регулировочных и соединительных элементов, отсчетных шкал и устройств, нарушающих работу прибора или затрудняющих проверку;

- наличие и прочность крепления органов управления и коммутации, четкость фиксации всех переключателей в каждой позиции при совпадении указателя позиции с соответствующими надписями на панели прибора, плавность вращения ручек регулировочных элементов, наличие сетевого предохранителя, счетчика времени наработки (при поставке приборов для нужд Генерального заказчика);

- чистоту гнезд, разъемов и клемм;
- состояние кабелей;
- состояние лакокрасочных покрытий и четкость маркировок;
- отсутствие отсоединенных или слабо закрепленных элементов схемы (определяется на слух при наклонах прибора).

12.4.2. Опробование работы прибора проводите для оценки его исправности.

а) Опробование работы прибора начинайте с проверки его работы в автоколебательном режиме в соответствии с п. 9.1.2 ТО. Затем произведите калибровку коэффициентов отклонения и развертки, как указано в п. 9.1.4 ТО.

б) Проверку работы органов установки коэффициента развертки производите следующим образом.

Установите органы управления прибором в следующие положения:

РЕЖИМ усилителя	- А;
V/cm	- "0,1";
РЕЖИМ развертки	- ЖДУЩ;
ВРЕМЯ/cm	- "10 нс";
ЗАПУСК	- ВНЕШ.;
кнопку "  "	- "  ";
кнопку "x1-x0,1"	- "x1";
кнопку "1:1 - 1:10"	- "1:1".

На вход канала А и на вход внешней синхронизации

прибора через тройник 2.246,050 подайте сигнал частотой 20 МГц от генератора Г4-107. Изменяя величину выходного напряжения генератора, установите размер изображения сигнала равным четырем делениям шкалы экрана ЭЛТ по вертикали.

Ручками "  " и СТАБ, добейтесь устойчивого изображения сигнала на экране ЭЛТ, при этом один период сигнала должен занимать 5 делений шкалы экрана ЭЛТ по горизонтали в центральной части шкалы экрана.

Последовательно установите коэффициенты развертки 20 и 50 нс/см, при этом один период сигнала в центральной части шкалы экрана должен занимать соответственно 2,5 и 1 деление шкалы экрана ЭЛТ по горизонтали.

Отключите от прибора сигнал генератора Г4-107 и вместо него подайте положительный импульс от генератора Г5-53. Установите длительность импульса 500 нс, период его повторения 5 мкс, амплитуду импульса, соответствующую четырем делениям шкалы экрана ЭЛТ по вертикали. Переключатель ВРЕМЯ/см установите в положение "0,1 μ s", кнопку "  " - в положение "  ". Ручками "  " и СТАБ, добейтесь устойчивого изображения импульса на экране ЭЛТ, при этом импульс должен занимать 5 делений шкалы экрана ЭЛТ по горизонтали.

Последовательно установите коэффициенты развертки 0,2 и 0,5 мкс/см, при этом импульс должен занимать 2,5 и 1 деление шкалы экрана ЭЛТ по горизонтали.

Установите переключатель ВРЕМЯ/см в положение "1 μ s", кнопку "x1-x0,1" - в положение "x0,1". Теперь импульс должен занимать 5 делений шкалы экрана.

Кнопку "x1-x0,1" снова установите в положение "x1", подайте импульс длительностью 5 мкс, увеличив период повторения до 10-50 мкс. Импульс должен занимать 5 делений шкалы экрана.

Последовательно увеличивая фиксированное значение коэффициента развертки, наблюдайте уменьшение ширины изображения импульса на экране ЭЛТ. При достижении ширины изображения импульса одного деления шкалы длительность импульса увеличивайте так, чтобы ширина его изображения на экране ЭЛТ снова была равна пяти делениям шкалы.

лы по горизонтали. При этом соответственно увеличивайте период повторения импульсов.

в) Проверку работы прибора в режиме внутреннего запуска производите с помощью генератора Г5-53.

Установите переключатель РЕЖИМ усилителя в положение А, переключатели "V/cm" обоих каналов - в положение "0,1". На вход канала А подайте положительный импульс такой амплитуды, чтобы размер изображения импульса по вертикали был равен 4 делениям шкалы экрана. Установите ждущий режим работы развертки, внутренний запуск и синхронизацию развертки сигналом канала А.

Регулировкой уровня синхронизации добейтесь устойчивого изображения импульса на экране ЭЛТ. Уменьшайте амплитуду импульсов до тех пор, пока размер изображения импульса не уменьшится до 8 мм. При этом не должно происходить срыва синхронизации. Допускается производить дополнительную регулировку уровня синхронизации.

Аналогично проверьте работу прибора в режиме внутреннего запуска сигнала канала Б, подав импульс генератора Г5-53 на вход канала Б и установив переключатель РЕЖИМ усилителя в положение Б и синхронизацию развертки сигналом канала Б.

г) Проверку работы органов установки коэффициента отклонения производите следующим образом.

Установите органы управления прибора в следующие положения:

РЕЖИМ развертки	- ЖДУЩ.;
ЗАПУСК	- ВНЕШ.;
ВРЕМЯ/см	- "1 μ s";
кнопку "  "	- "  ";
кнопку "x1-x0,1"	- "x1";
кнопку "1:1 - 1:10"	- "1:1";
РЕЖИМ усилителя	- А;
V/cm	- "0,005".

На вход канала А подайте от генератора Г5-53 положительный импульс длительностью 5 мкс, периодом повторения 50 мкс и амплитудой, соответствующей пяти делениям шкалы экрана ЭЛТ по вертикали. Подайте на вход внешней синхронизации прибора синхронизирующий импульс от гене-

ратора Г5-53 и органами регулировки амплитуды синхронизирующих импульсов генератора, задержки осциллографических импульсов генератора и органами регулировки синхронизации прибора добейтесь устойчивого изображения импульсов на экране ЭЛТ. Увеличивая фиксированное значение коэффициента отклонения, наблюдайте на экране ЭЛТ уменьшение вертикального размера изображения импульса. При достижении размера импульса одного деления шкалы амплитуду импульсов генератора увеличивайте так, чтобы размер изображения импульса на экране ЭЛТ снова был равен пяти делениям.

Аналогично проверьте работу органов установки коэффициента отклонения канала Б, подав импульс генератора Г5-53 на вход канала Б и установив переключатель РЕЖИМ усилителя в положение Б.

12.4.3. Определение ширины линии луча производите методом косвенного измерения при помощи генератора Г5-53.

Установите режим работы канала А, автоколебательный режим работы развертки, коэффициент развертки 5 мкс/см, коэффициент отклонения 0,5 В/см.

На вход канала А подайте с генератора Г5-53 положительный импульс длительностью 20-25 мкс, периодом повторения 40-50 мкс, амплитудой 1 В.

На экране ЭЛТ наблюдайте две горизонтальные линии. Установите удобную для измерения яркость и сфокусируйте луч. Ручкой "А" канала А переместите изображение к верхней границе рабочего участка экрана ЭЛТ. С помощью аттенюатора 40 дБ генератора Г5-53 и ступенчатой регулировки выходного напряжения генератора Г5-53 измените амплитуду импульсов до значения $U_{\text{д}}$, при котором светящиеся линии соприкасаются.

Ширину линии луча d вычислите по формуле:

$$d = \frac{U_{\text{д}}}{\alpha_{\text{ном}}} \quad (9)$$

где d - ширина линии луча, мм;

$U_{\text{д}}$ - амплитуда импульсов, при которой линии соприкасаются, В;

$\alpha_{\text{ном}}$ - номинальное (установленное) значение коэффициента отклонения, В/см.

Аналогично определите ширину линии луча в центральной части экрана и на нижней границе рабочего участка экрана ЭЛТ.

Результаты считаются удовлетворительными, если ширина линии луча не превышает 0,8 мм.

12.4.4. Определите основную погрешность коэффициента отклонения каждого канала методом косвенного измерения действительного значения коэффициента отклонения при помощи генератора Г5-53.

Установите органы управления прибора в следующие положения:

РЕЖИМ усилителя	- А (Б - при проверке канала Б);
РЕЖИМ развертки	- ЖДУЩ.;
кнопка "x1-x0,1"	- "x1";
ВРЕМЯ/см	- "0,5ms";
ЗАПУСК	- ВНУТР.;
СИНХРОНИЗАЦИЯ	- А (Б - при проверке канала Б);
кнопка "≈ ~ " - "≈ ~ "	

На вход канала А подайте импульсный сигнал с генератора Г5-53 длительностью 0,5 мс, периодом повторения 1 мс. Изображение сигнала располагайте симметрично относительно центральной горизонтальной оси экрана прибора. В положении "0,5" переключателя "V/см" размер изображения сигнала установите равным 4, 6, 8 см, для остальных положений переключателя "V/см" размер изображения сигнала установите равным 8 см изменением выходного напряжения генератора Г5-53, используя, при необходимости, аттенюаторы 20 и 40 дБ из комплекта генератора Г5-53. Установив переключатель полярности выхода генератора Г5-53 в положение постоянного напряжения, произведите отсчет величины напряжения U_2 вольтметром В7-18. Переключатель полярности выхода генератора Г5-53 установите в исходное положение, а переключатель запуска генератора Г5-53 переведите в положение ручного запуска и вновь произведите отсчет величины напряжения U_3 вольтметром В7-18. Разность напряжений $U_2 - U_3$ является величиной входного импульсного напряжения. Порядок проверки, положение переключателя "V/см", размер изображения сигнала по вертикали, а также величина входного импульсного напряжения, соответствующая номинальному значению коэффициента отклонения, указаны в табл. 8

Таблица 8

Положение переключателя "V/cm"	Размер изображения сигнала по вертикали, см	Величина входного импульсного напряжения, В
"0,5"	4	2
"0,5"	6	3
"0,5"	8	4
"0,2"	8	1,6
"0,1"	8	0,8
"0,05"	8	0,4
"0,02"	8	0,16
"0,01"	8	0,08
"0,005"	8	0,04

По размеру изображения на экране прибора и значению входного импульсного напряжения рассчитайте действительное значение коэффициента отклонения по формуле:

$$\alpha_g = \frac{U_1}{h} \quad (10)$$

где α_g — действительное значение коэффициента отклонения, В/см;

$U_1 = U_2 = U_3$ — значение входного импульсного напряжения, В;

h — размер изображения, см.

Погрешность коэффициента отклонения рассчитайте по формуле:

$$\delta_\alpha = \frac{\alpha_{\text{ном}} - \alpha_g}{\alpha_{\text{ном}}} \quad (11)$$

где δ_α — погрешность коэффициента отклонения, %;

$\alpha_{\text{ном}}$ — номинальное значение коэффициента отклонения, В/см;

α_g — действительное значение коэффициента отклонения, В/см;

Аналогично определите основную погрешность коэффициентов отклонения канала Б и коэффициентов отклонения обоих каналов с активным пробником.

Результаты считаются удовлетворительными, если ос-

новная погрешность коэффициентов отклонения каждого канала при непосредственном входе с активным пробником не более 3%.

12.4.5. Определение времени нарастания ПХ каждого канала проводите следующим образом. Установите органы управления прибора в следующие положения:

РЕЖИМ усилителя — А (Б — при проверке канала Б);
 ВРЕМЯ/см — "10 нс";
 кнопку "x1-x0,1" — "x0,1";
 ЗАПУСК — ВНУТР. ~ ;
 РЕЖИМ развертки — ЖДУШ;
 СИНХРОНИЗАЦИЯ — А (Б — при проверке канала Б).

На вход соответствующего канала с генератора И1-15 подайте последовательно импульсы положительной и отрицательной полярности длительностью 20 нс. Размер изображения на экране прибора устанавливайте равным 62 мм.

С помощью ручки УРОВЕНЬ добейтесь устойчивого изображения сигнала на экране прибора. Время нарастания ПХ определяйте при всех фиксированных значениях коэффициента отклонения, с активным пробником — только в положении "0,02" переключателя "V/cm".

Результаты считаются удовлетворительными, если время нарастания ПХ в обоих каналах не более:

- 1 нс при непосредственном входе;
- 1,4 нс с активным пробником.

12.4.6. Определение выброса и неравномерности на участке времени нарастания ПХ каждого канала производите при положениях органов управления прибора, указанных в п. 12.4.5.

На вход соответствующего канала с генератора И1-15 подайте последовательно импульсы положительной и отрицательной полярности длительностью 20 нс. Размер изображения на экране прибора устанавливайте равным 62 мм. Выброс ПХ измеряется для всех фиксированных значений коэффициента отклонения при непосредственном входе, а с активным пробником измерения производятся в положении "0,02" переключателя "V/cm".

Значение выброса рассчитывайте по формуле:

$$\delta_B = \frac{\Delta A}{A_1} \cdot 100\% \quad (12)$$

где δ_B - выброс ПХ, %

ΔA - значение выброса, мм;

A_1 - установившееся (амплитудное) значение ПХ, мм.

Результаты считаются удовлетворительными, если выброс и неравномерность ПХ на участке установления каждого канала, %, не более:

5 - при непосредственном входе;

5 - с активным пробником.

12.4.7. Определение времени установления ПХ каналов А и Б производите следующим образом.

Установите органы управления прибора в следующие положения:

РЕЖИМ усилителя - А (Б при проверке канала Б);
ВРЕМЯ/см - "10 нс";
кнопка "x1-x0,1" - "x0,1";
РЕЖИМ развертки - ЖДУШ.;
ЗАПУСК - ВНУТР.;
СИНХРОНИЗАЦИЯ - А (Б - при проверке канала Б);
кнопка " ~ ~ ~ " - " ~ ~ ~ ".

Определение времени установления каждого канала производите путем подачи на вход проверяемого канала импульса положительной полярности длительностью 50 нс с генератора И1-15

При непосредственном входе определение времени установления производите во всех положениях переключателя "V/см", с активным пробником - в положении "0,02" этого переключателя.

Размер изображения сигнала на экране ЭЛТ по вертикали устанавливайте равным 60 мм (8 делений шкалы).

Измерьте величину времени установления как интервал времени, отсчитываемый от момента достижения 10% установившегося (амплитудного) значения ПХ до момента времени, начиная с которого неравномерность не превышает 3%.

Результаты считаются удовлетворительными, если время установления ПХ каждого канала при непосредственном

входе и с активным пробником не превышает 5 нс.

12.4.8. Определение неравномерности ПХ каналов А и Б производите путем подачи на вход проверяемого канала импульса положительной полярности длительностью 250 нс с генератора И1-15.

Определение неравномерности ПХ производите при положениях органов управления прибора и размере изображения сигнала, указанных в п.12.4.7.

Определение неравномерности ПХ при непосредственном входе производите в положении "0,1" переключателя "V/см", с активным пробником - в положении "0,02" этого переключателя.

Неравномерность ПХ определите путем измерения максимального отклонения от установившегося значения ПХ на участке времени установления 200 нс.

Значение неравномерности ПХ вычислите по формуле:

$$\delta_n = \frac{\Delta A_n}{A} \cdot 100, \quad (13)$$

где δ_n - неравномерность ПХ, %;

ΔA_n - максимальное отклонение от установившегося значения ПХ, мм;

A - установившееся значение ПХ, мм.

Результаты считаются удовлетворительными, если неравномерность ПХ каждого канала при непосредственном входе и с активным пробником не превышает 3%.

12.4.9. Определите основную погрешность коэффициентов развертки методом прямого измерения при помощи калибратора И1-9 для коэффициентов развертки от 100 мс/см до 100 нс/см и методом косвенного измерения действительного значения коэффициента развертки при помощи генераторов Г4-107 и Г4-76 А для коэффициентов развертки 50нс/см и менее.

Установите органы управления прибора в следующие положения:

РЕЖИМ усилителя - А;
РЕЖИМ развертки - ЖДУШ.;
ЗАПУСК - ВНУТР.;

"V/cm" "0,1";
"кнопка" "12" "12"

Установите переключатель ВРЕМЯ/см последовательно в положения от "100 мс" до "100 нс". Подайте на вход канала А прибора калибрационный сигнал с калибратора И1-8, соответствующий установленному коэффициенту развертки прибора. С помощью ручки  добейтесь устойчивого изображения сигнала на экране прибора. С помощью ручки ДЕВИАЦИЯ КАЛИБРАТОР ВРЕМЕННЫХ ИНТЕРВАЛОВ калибратора И1-8 совместите изображение калибрационного сигнала с первыми 4, 6, 8, 10 см шкалы прибора. Погрешность коэффициента развертки определите по шкале измерительного прибора калибратора И1-8 непосредственно в процентах. В положениях "1 мс", "1 мкс" определите погрешности коэффициента развертки в обоих положениях переключателя растяжки. Основную погрешность коэффициентов развертки в диапазоне 1-50 и/см определите путем подачи на вход канала А прибора сигнала с генератора Г4-107 или Г4-76А. Порядок поверки, положение переключателя ВРЕМЯ/см и растяжки развертки, а также тип используемого генератора и частота сигнала, соответствующая номинальному значению коэффициента развертки, указаны в табл. 8.

Таблица 9

Положение переключателя		Частота сигнала, МГц	Тип генератора
ВРЕМЯ/см	"x1-x0,1"		
"10 ns "	"x0,1"	500	Г4-76А
"10 ns "	"x1"	100	Г4-107
"20 ns "	"x0,1"	500	Г4-76А
"20 ns "	"x1"	50	Г4-107
"50 ns "	"x0,1"	200	Г4-107
"50 ns "	"x1"	20	Г4-107

Размер изображения сигнала на экране прибора по вертикали устанавливайте около 40 мм.

Регулируя уровень синхронизации прибора добейтесь устойчивого изображения сигнала на экране ЭЛТ. Изменяйте частоту сигнала генератора так, чтобы на 4, 6, 8, 10 см

шкалы укладывалось ровно 4, 6, 8, 10 периодов сигнала. При проверке коэффициента развертки 1 нс/см, когда подается сигнал с частотой повторения 500 МГц, на 4, 6, 8, 10 см шкалы должны укладываться соответственно 2, 3, 4, 5 периодов сигнала.

Нерабочий начальный участок развертки длительно-
стью 20 нс оставляйте слева от начала шкалы экрана, сов-
местив с началом шкалы начало рабочего участка развертки.

Совмещение изображения сигнала с рисками шкалы проводите в точках, имеющих максимальную крутизну, и для одинаковых границ линии луча.

Частоту сигнала отсчитывайте непосредственно по шкале генератора.

Действительное значение коэффициента развертки β_g для коэффициентов развертки 2-50 нс/см вычислите по формуле:

$$\beta_g = \frac{1}{g} \quad (14)$$

где βg — действительное значение коэффициента развертки, мкс/см;
 f — значение частоты сигнала, МГц.

Действительное значение коэффициента развертки
1 нс/см вычислите по формуле:

$$\beta_{g^1} = \frac{1}{2d} \quad (15)$$

где $\beta_{\text{вд}}$ - действительное значение коэффициента развертки 1 нс/см, мкс/см.

Погрешность коэффициента развертки рассчитайте по формуле:

$$\beta = \frac{\beta_{\text{HOM}} - \beta_g}{\beta_{\text{HOM}}} \cdot 100, \quad (16)$$

где $\beta_{\text{ном}}$ - погрешность коэффициента развертки, %;
 $\beta_{\text{ф}}$ - номинальное значение коэффициента развертки,
 мкс/см;
 $\beta_{\text{д}}$ - действительное значение коэффициента развертки,
 мкс/см.

Результаты считаются удовлетворительными, если ос-

новая погрешность коэффициента развертки в диапазоне от 5 нс/см до 100 мс/см не более 4%, основная погрешность коэффициентов развертки в диапазоне 1-2 нс/см не более 6%.

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. Для приборов, прошедших поверку с отрицательными результатами, должен быть запрещен выпуск в обращение с обязательным погашением клейм и указаниями в документах по оформлению результатов поверки о непригодности прибора и направлении в ремонт.

13. ПРАВИЛА ХРАНЕНИЯ

13.1. Прибор, прибывший к потребителю и предназначенный для эксплуатации в рабочих условиях ранее 12 месяцев со дня поступления, расконсервируйте, сделайте об этом отметку в разделе 5 формуляра и храните на стеллаже в отапливаемом хранилище.

Срок хранения в отапливаемом хранилище с температурой воздуха от 278 до 303 К (от 5 до 30°C) и относительной влажностью воздуха не более 80% при температуре 298 К (25°C) 5 лет.

При хранении прибора в неотапливаемом хранилище расконсервацию произведите перед началом применения прибора.

Срок хранения в неотапливаемом хранилище с температурой воздуха от 223 до 303 К (от минус 50 до плюс 30°C) и относительной влажностью воздуха не более 98% при температуре 298 К (25°C) 3 года.

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

Недопустимо хранение неупакованных приборов, установленных друг на друга.

Допускается хранение прибора в упаковке.

13.2. Прибор, прибывший для длительного хранения (продолжительностью более 12 месяцев), храните освобожденным от транспортной тары с периодической переконсервацией не реже одного раза в год.

Примечание. Срок переконсервации установлен равным сроку сохраняемости примененной антикоррозионной бумаги.

Комплект ЗИП прибора можно хранить законсервированным до момента применения.

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

Производите консервацию в специально оборудованном помещении при температуре воздуха 293 ± 5 К ($20 \pm 5^\circ\text{C}$) 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 органическим растворителем (бензин авиационный ГОСТ 1012-74, бензин-растворитель резины промышленной ГОСТ 443-76, бензин-растворитель, применяемый в лакокрасочной промышленности ГОСТ 3134-52, трихлорэтилен ГОСТ 9976-70, фреон-113, сиктанол ДС-10, моноэтаноламин технический ОСТ4.10.054.083), затем сухой хлопчатобумажной салфеткой.

Оберните прибор и укладочный ящик с ЗИП слоем антикоррозионной (ингибитированной) бумаги марки МБИ/8/40 ГОСТ 16285-70, заклейте швы; затем оберните в один слой парафинированной и оберточной бумаги; сложенной вместе, с наложением ее концов не менее 50 мм и обвяжите шпагатом.

Уложите прибор в коробку.

Сделайте отметку о консервации в разделе 5 формуляра.

Соблюдайте следующие правила безопасности при работе с ингибированной бумагой:

- нельзя использовать бумагу для заворачивания продуктов или предметов личного обихода;
- уберите или сожгите остатки бумаги;
- вымойте тщательно руки мылом.

14. ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ

14.1. Тара, упаковка и маркирование упаковки

14.1.1. Прибор упакован следующим образом: прибор помещен в упаковочную коробку с амортизирующими прокладками.

ЗИП, брошюры технического описания и формуляра помещены в укладочный ящик.

На правой боковой стенке и крышке ящика нанесена надпись о принадлежности ЗИП (*С1-97*). На крышке ящика также нанесен 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 стенки нанесена маркировка.

14.1.3. Маркирование транспортного ящика заключается в следующем.

В центре боковой стенки нанесены:

- получатель,
- место назначения.

В нижней левой части этой же стенки нанесены:

- масса грузового места (брутто и нетто) в килограммах,
- отправитель,
- место отправления.

В левом верхнем углу 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 условиях температуры окружающего воздуха от 223 до 333 К (от минус 50 до плюс 60°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 основными брусками.

Выберите размеры транспортного ящика с обеспечением зазоров 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. Внутренняя поверхность ящика должна быть обита водонепроницаемой (битумной) бумагой.

Производите консервацию прибора с ЗИП согласно п. 13.3.

Зазоры в ящике заполните до уплотнения амортизирующим материалом (трехслойный гофрированный картон с обеспечением удельного давления 0,8 Н/см² (80 Г/см²), 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. 14.1.3.

Расположение элементов на ПУ

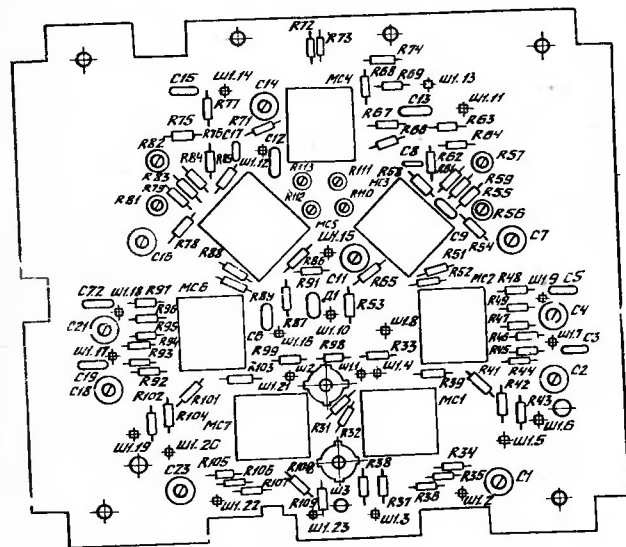


Рис.1. Предварительный усилитель У

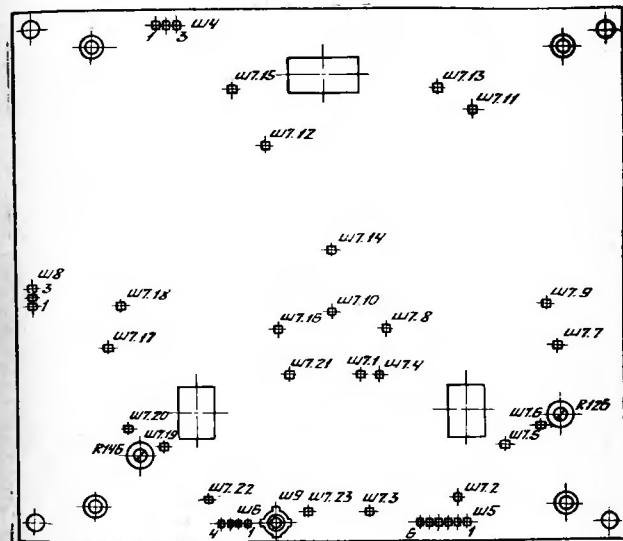


Рис.2. Электронный переключатель.
Вид спереди

Расположение элементов на ПУ

Вид сзади

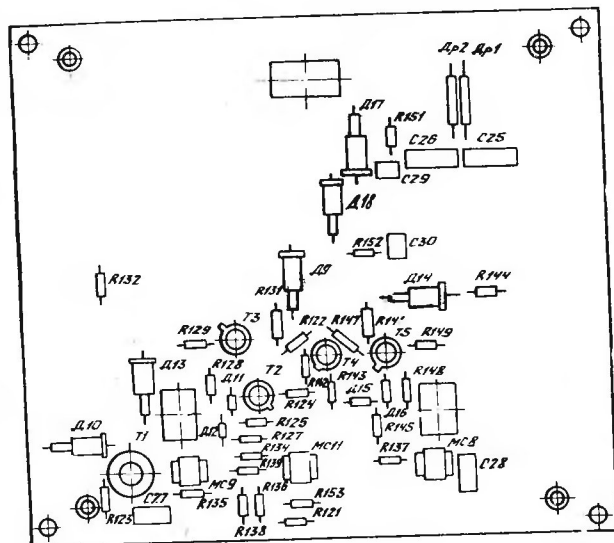
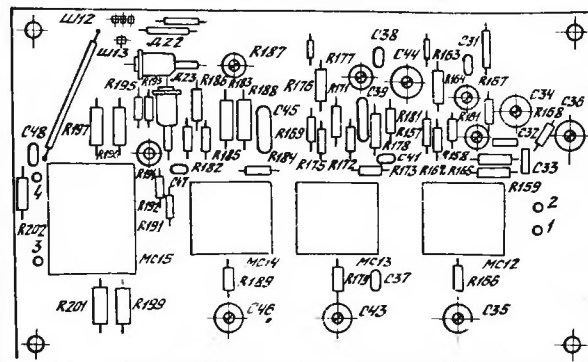


Рис.2 а. Электронный переключатель

Расположение элементов на ПУ



Вид сзади

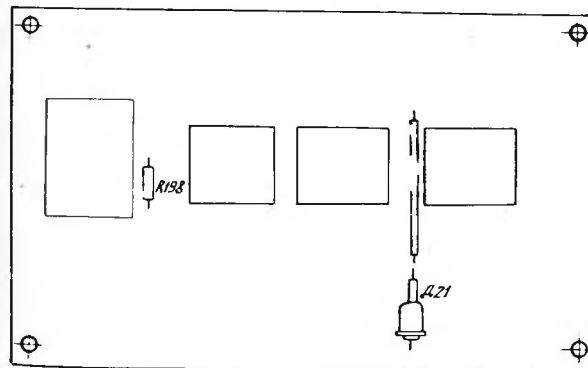


Рис.3. Усилитель оконечный "У"

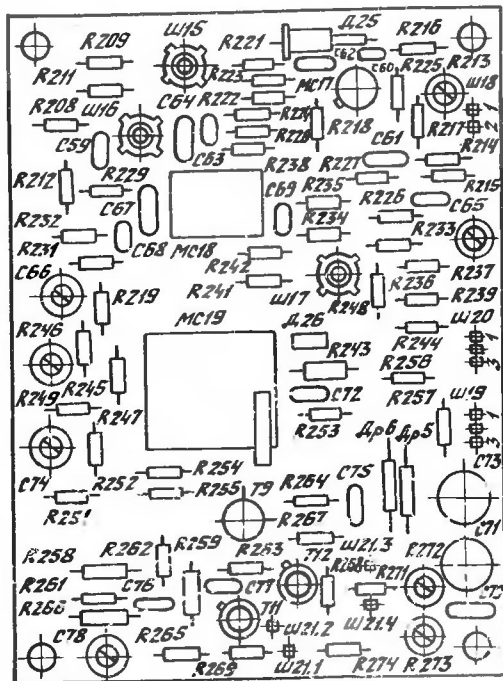
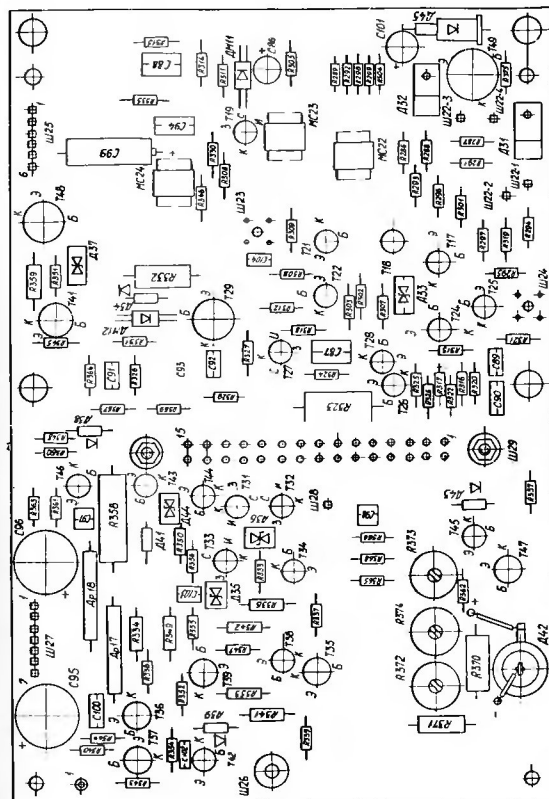
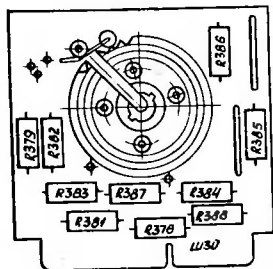


Рис. 4. Усилитель синхронизации





Вид сверху

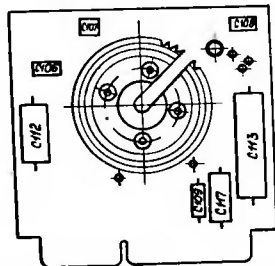


Рис. 6. Переключатель развертки

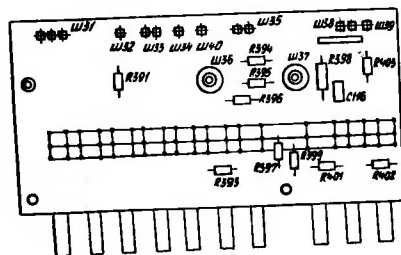


Рис. 7. Переключатель режимов развертки

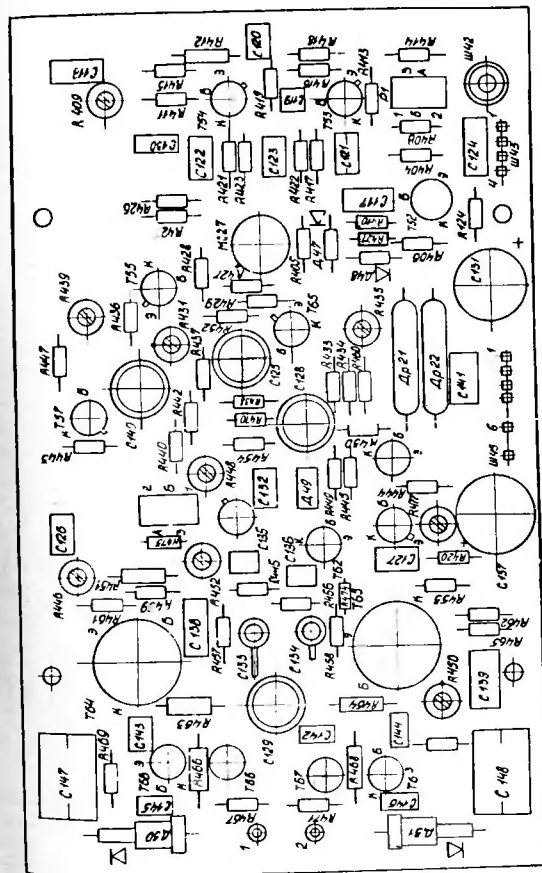


Рис. 8. Оконечный усилитель

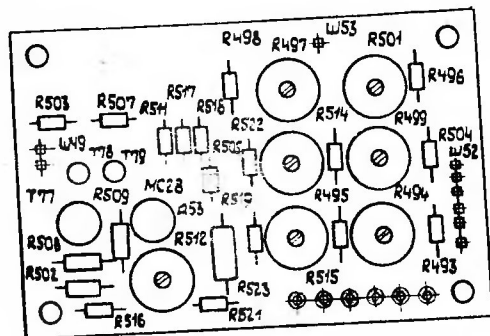


Рис. 9 Регулятор напряжения

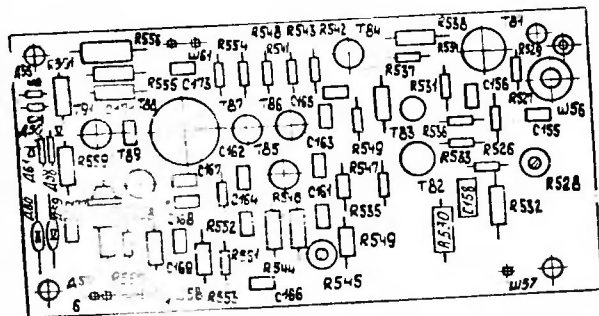


Рис. 10. Усилитель "Z"

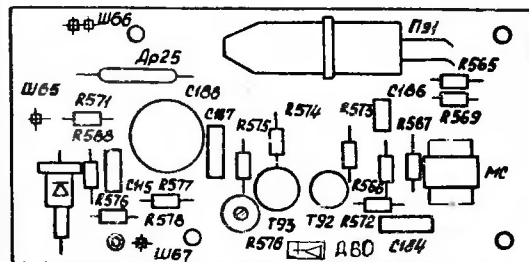


Рис. 11. Калибратор

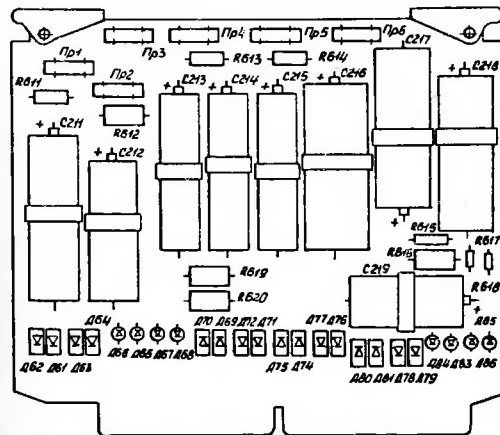


Рис. 12. Выпрямитель

ТАБЛИЦЫ НАПРЯЖЕНИЙ

Приведенные в таблицах значения напряжений измерены относительно корпуса прибора вольтметром В7-18. Действительные значения напряжений могут отличаться от указанных в таблицах на 20%.

Напряжения измерены в следующих положениях органов управления:

РЕЖИМ усилителя - А;

СИНХРОНИЗАЦИЯ - А;

V/cm - "0,5";

"  " канала А - в положении, когда луч установлен в средней части экрана ЭЛТ;

"  " канала Б - в среднем;

НОРМ.-ИНВЕРТ. - НОРМ;

"  " - в крайнем против часовой стрелки;

РЕЖИМ развертки - ЖДУЩ.;

ВРЕМЯ/cm - "1 μs "

ЗАПУСК - ВНЕШ.;

"x1 - x0,1" - "x1";

"1:1 - 1:10" - "1:1";

"  " - в положении, когда луч установлен в средней части экрана ЭЛТ;

"  " - в среднем;

СТАБ. - в среднем.

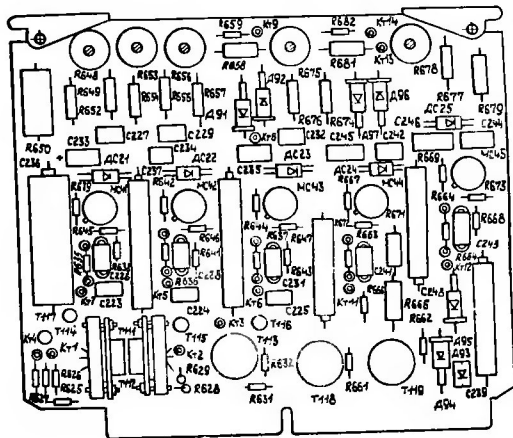


Рис. 13. Стабилизатор

Таблица 1

Напряжение на выводах транзисторов					Примечание
Поз. обозначение	Т и п	Напряжение на выводах, В			
		Эмиттер	Б а з а	Коллектор	
T8	2T371A	8,9	9,6	12,8	
T9	2T371A	8,9	9,6	12,8	
T11	2T363A	12,8	12,2	0,1...0,7	
T12	2T363A	12,8	12,2	0,1...0,7	
T26	2T326Б	13,8	13,2		
T28	2T326Б	13,8	13,5	0	
T29	2T325Б	0	-0,7	0	
T34	2T313Б	0,7	-0,2	-12	
T35	2T312Б	±0,2	0,65	15	
T36	2T312Б	-1,3	-0,7	15	
T37	2T312Б	-3,2	-2,6	-0,6	
T38	2T313Б	0,65	±0,2	-12	
T39	2T312Б	±0,2	0,65	15	
T41	2T312Б	8,2	8,8	15	
T42	2T326Б	±0,3	-(0,3...0,8)	-1,2	
T43	2T326Б	8,4	7,7	3,2	
T44	2T326Б	8,4	8,4	3,2	
T45	2T313Б	105,6	105	77,2	
T46	2T326Б	8,4	8,9	0,2	
T47	2T312Б	76,6	77	105	
T48	2T312Б	0	0,25	1,9	
T52	2T312Б	1,7	2,4	14,5	
T53	2T326Б	0,73	0	-3,8	
T54	2T326Б	0,75	0,05	-4,2	
T55	2T316Б	-3,0	-2,28	2,5	
T56	2T316Б	-3,2	-2,5	-1,9	
T57	2T316Б	2,1	2,9	3,8	
T58	2T363A	-0,9	-1,7	-3,8	
T59	2T633A	1,3	2	3,8	
T61	2T313Б	-0,25	-0,9	-3,8	
T62	2T316Б	0,6	1,3	7,5	
T63	2T326Б	2,6	1,96	-11,3	
T64	2T602Б	3,8	4,5	53,0	
T65	2T602Б	-3,8	-3,2	36,0	
T66	2T313Б	83,7	82,9	53,0	

Продолжение табл. 1

Поз. обозначение	Т и п	Напряжение на выводах, В			Примечание
		Эмиттер	Б а з а	Коллектор	
T67	2T313Б	75,5	74,7	36,0	
T68	2T313Б	113,8	113,2	83,7	
T69	2T313Б	113,7	113,2	75,5	
T77	П308	-96	-85,4	-50	
T78	2T203В	-25	-25	-50	
T79	2T203Б	0	-0,6	-25	
T81	2T312Б	-(0,1...0,7)	0...0,4	15	
T82	2T316Б	0	0,6	4,5	
T83	2T326Б	4,5	3,75	-1	
T84	2T326Б	±1	±1	-11,6	
T85	2T326Б	0,5...1,5	±1	-8,7	
T86	2T316Б	-(0,1...1)	±1	2,9	
T87	2T316Б	0,25	0,8	2,9	
T92	2T316Б	0	0,5	3,5	
T93	2T312Б	3,5	3,5	12,2	
T111	2T602Б	-45,7	-45,0	0	
T112	2T602Б	-15	-14	0	
T113	2T602Б	-9,7	-9,0	0	
T114	2T203A	-22,6	-23,0	-45,0	
T115	2T203A	0	-0,6	-13	
T116	2T203A	0	-0,7	-12	
T117	2T203A	0	-0,6	-22,6	
T118	2T602Б	0,7	0,9	13	
T119	2T602Б	0,5	1,1	26,7	

Таблица 2

Напряжения на выводах полевых транзисторов

Поз. обозначение	Т и п	Напряжения на выводах, В			Примечание
		Затвор	Исток	Сток	
T19	2П303A	3,4	3,2	5	
T27	2П303A	±0,5	0	0	
T31	2П303A	0	±0,5	13,5	
T32	2П303В	-12	-11,1	0...0,2	
T33	2П303В	12,9	13,5	35	

Намоточные данные силового трансформатора Тр1

Наименование	Намотка обмоток										
	1	Экран	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	XI
	Данные намотки										
Номера выводов	1,2	3	11,12	4,5	23,24	31,32	13,14	25,26	21,22	33,34	35,36
Вывод привода											
Марка привода											
Марка привода											
Длина провода без изоляции, мм	0,44	S=0,05	0,08	0,10		0,15	0,31	0,44	0,55	0,59	0,41
Ширина слоя, мм	43	44	43	43	42	210	77	91	96	23	
Число витков в слое	80	1,0	338								
Число витков обмотки	880	1,2	932	128	854	368	23	86	235	70	80
Копируется слои	11	1,2	3		6		2		7		1
Изоляция между слоями бумаги	K-050x2	K-120x3	KOH-1	-	KOH-1	0,022x1	-	K-080x1	K-120x1		-
Изоляция сверху обмотки бумагой	K-120x2		K-080x2					K-120x1			K-120x2
Число выводов	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Напряжение холостого хода, В	220	-	230	31,7	163	99	6,9	24	59,2	17,4	22,2
Напряжение под нагрузкой, В	220	-	220	29	149	92,8	6,4	22	54,5	15,8	20,1
Номинальный ток нагрузки, А	0,450	-	0,004	0,030	0,070	0,040	0,200	0,400	0,600	0,800	0,800
Средняя температура			500,00	40,60	126,00	79,10	1,40	2,42	4,00	1,11	1,46
200±5K (20±5°C), Ом	18,40	-									

Таблица разъемных соединений прибора

Поз. обозначение подвижной части разъемного соединения (вилки, розетки)	Поз. обозначение неподвижной части разъемного соединения (вилки, розетки)	Устройство, в котором установлена неподвижная часть разъемного соединения	
		Наименование	Поз. обозначение
Ш82	Ш18	Переключатель электронный	У4
Ш83	Ш14	То же	У4
Ш86	Ш5	-	У4
Ш87	Ш2	Усилитель предварительный У	У3
Ш88	Ш3	То же	У3
Ш89	Ш9	Переключатель электронный	У4
Ш92	Ш6	То же	У4
Ш81	Ш13	Усилитель оконечный У	У6
Ш83	Ш1	Нагрузка согласованная	-
Ш84	Ш12	Усилитель оконечный У	У6
Ш86	Л1/III	Э Л Т	Л1
Ш97	Л1/1	"	Л1
Ш101	Ш15	Усилитель синхронизации	У7

Продолжение

Поз.обозначение подвижной части разъёмного соединения (вилки, розетки)	Поз.обозначение неподвижной части разъёмного соединения (вилки, розетки)	Устройство, в котором установлена неподвижная часть разъёмного соединения	
		Наименование	Поз.обозначение
Ш102	Ш16	Усилитель синхронизации	У7
Ш103	Ш17	Усилитель синхронизации	У7
Ш21	Ш22	Развертка	У8
Ш30	Ш29	Развертка	У8
Ш104	Ш20	Усилитель синхронизации	У7
Ш105	Ш18	Усилитель синхронизации	У7
Ш106	Ш19	Усилитель синхронизации	У7
Ш95-7	Ш181-2	Плата объединительная	-
Ш112	Ш24	Развертка	У8
Ш113	Ш25	Развертка	У8
Ш114	Ш26	Развертка	У8
Ш116	Ш27	Развертка	У8
Ш117	Ш28	Развертка	У8
Ш118	Ш45	Усилитель оконечный X	У12
Ш121	Ш31	Переключатель режимов развертки	У11
Ш122	Ш33	То же	У11
Ш123	Ш34	"	У11
Ш124	Ш35	"	У11
Ш125	Ш36	"	У11
Ш126	Ш37	"	У11

Продолжение

Поз.обозначение подвижной части разъёмного соединения (вилки, розетки)	Поз.обозначение неподвижной части разъёмного соединения (вилки, розетки)	Устройство, в котором установлена неподвижная часть разъёмного соединения	
		Наименование	Поз.обозначение
Ш127	Ш38	Переключатель режимов развертки	У11
Ш128	Ш39	То же	У11
Ш129	Ш40	"	У11
Ш132	Ш42	Усилитель оконечный X	У12
Ш133	Ш43	То же	У12
Ш85-4	Ш181-1	Плата объединительная	-
Ш135	Ш44	Усилитель Z оконечный X	У12
Ш136	Л1/УМ	Э Л Т	Л1
Ш137	Л1/УП	"	Л1
Ш140	Ш3	Преобразователь высоковольтный	У18
Ш141	Л1/У1	Э Л Т	Л1
Ш142	Л1/УУ	"	Л1
Ш145	Ш5	Преобразователь высоковольтный	У18
Ш146	Ш4	То же	У18
Ш147	Л1/Х	Э Л Т	Л1
Ш148	Л1/1Х	"	Л1
Ш149	Л1/П	"	Л1
Ш150	Ш49	Регулятор напряжения	У13
Ш151	Ш52	То же	У13
Ш152	Ш53	"	У13
Ш85-1	Ш181-1	Плата объединительная	-

Продолжение

Поз.обозначение подвижной части разъёмного соединения (вилки, розетки)	Поз.обозначение неподвижной части разъёмного соединения (вилки, розетки)	Устройство, в котором установлена неподвижная часть разъёмного соединения	
		Наименование	Поз. обозначение
Ш154	Ш56	Усилитель Z	У14
Ш155	Ш32	Переключатель режимов развертки	У11
Ш156	Ш57	Усилитель Z	У14
Ш157	Ш58	Усилитель Z	У14
Ш95-3	Ш181-1	Плата соединительная	-
Ш159	Ш59	Усилитель Z	У14
Ш161	Ш61	Усилитель Z	У14
Ш162	Ш65	Калибратор	У15
Ш95-6	Ш181-2	Плата объединительная	-
Ш166	Ш66	Калибратор	У15
Ш167	Ш67		У15
Ш190	Ш180	Плата объединительная	-
Ш191	Ш1	Преобразователь высоковольтный	У18
Ш95-9	Ш181-1	Плата объединительная	-
Ш75	Ш201	Плата объединительная	-
Ш76	Ш202	То же	-

Приложение 5

ОСЦИЛЛОГРАФ ДВУХКАНАЛЬНЫЙ ШИРОКОПОЛОСНЫЙ

Схема электрическая принципиальная на 12 листах с перечнями элементов

Перечень навесных элементов по всем схемам

Знак	Поз. обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
		Резисторы:		
A3	R497	СПЗ-9а-10 кОм $\pm 20\%$ - 20	1	
A6	R498	СПЗ-9а-10 кОм $\pm 20\%$ - 20	1	
A8	R499	ОМЛТ-2-68 Ом $\pm 5\%$	1	
A8	R700	ОМЛТ-2-68 Ом $\pm 5\%$	1	
A10	R701	СПЗ-9а-4,7 кОм $\pm 20\%$ - 20	1	
A13	R702	СПЗ-9а-3,3 кОм $\pm 20\%$ - 20	1	
A21	R703	СПЗ-9а-1,5 кОм $\pm 20\%$ - 20	1	
A23	R704, R705	ППЗ-47 10 кОм $\pm 10\%$	2	
		10 кОм $\pm 10\%$		
A23	R706, R707	ППЗ-47 10 кОм $\pm 10\%$	2	
		10 кОм $\pm 10\%$		
A23	R708	ОМЛТ-0,5-1 МОм $\pm 5\%$	1	
A23	R709	ОМЛТ-0,5-100 кОм $\pm 5\%$	1	
A3	R710	C2-10-C, 125-365 Ом $\pm 1\%$ -B	1	
A3	R711	C2-10-C, 125-365 Ом $\pm 1\%$ -B	1	
A23	R712	ОМЛТ-0,5-100 кОм $\pm 5\%$	1	
A23	R713	КЭВ-0,5-6,2 МОм $\pm 10\%$	1	
A23	R714	СПЗ-9а-2,2 МОм $\pm 20\%$ - 12,5	1	
A23	R715	ППЗ-40-47 Ом $\pm 10\%$	1	
A23	R716, R717	ППЗ-47 10 кОм $\pm 10\%$	2	
		10 кОм $\pm 10\%$		
A23	R718, R719	ППЗ-47 10 кОм $\pm 10\%$	2	
		10 кОм $\pm 10\%$		
A23	R721	СПЗ-9а-2,2 МОм $\pm 20\%$ - 12,5	1	
A23	R722	СПЗ-9а-2,2 МОм $\pm 20\%$ - 12,5	1	
A23	R724	ОМЛТ-0,5-750 кОм $\pm 5\%$	1	
A23	R725	СПЗ-9а-2,2 МОм $\pm 20\%$ - 12,5	1	

Продолжение

Зона	Поз. обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
		Резисторы:		
A22	R726	ОМЛТ-0,5-2,0 МОм $\pm 5\%$	1	
A22	R727	ОМЛТ-0,5-2,7 МОм $\pm 5\%$	1	
A22	R728	ОМЛТ-0,5-2,7 МОм $\pm 5\%$	1	
A22	R729	ОМЛТ-0,5-2,2 МОм $\pm 5\%$	1	
A25	R730	ОМЛТ-0,5-1,0 МОм $\pm 10\%$	1	
A22	R731	ОМЛТ-0,5-2,4 МОм $\pm 5\%$	1	
A22	R732	СП3-8а-22 кОм $\pm 20\%$ -20	1	
A25	R735	СП3-8а-1,5 кОм $\pm 20\%$ - 20	1	
A25	R736	ОМЛТ-0,125-820 Ом $\pm 5\%$	1	
A29	R738	C2-10-0,25-240 Ом $\pm 1\%$ - В	1	
A29	R739	C5-37В-10Вт 10 Ом $\pm 10\%$	1	
A29	R740	C2-10-0,25-1,5 кОм $\pm 1\%$ - В	1	
A29	R741	ОМЛТ-1-11 кОм $\pm 5\%$	1	
A30	R743	C2-28В-0,125-18,2 кОм $\pm 1\%$ -1,0-А	1	
		Конденсаторы:		
A13	C260	K73-16-63В-10 мкФ $\pm 10\%$ - В	1	
A23	C261	K15-5-Н70-3 кВ - 0,015 мкФ	1	
A23	C262	K15-5-Н70-3 кВ - 0,015 мкФ	1	
A29	C265	K40У-8-400 В-0,1 мкФ $\pm 10\%$	1	
A29	C266	K50-27-250-47 мкФ $\pm 50\%$ -20	1	
A29	C267	K50-24-63В-2200 мкФ $\pm 50\%$ -20	1	
A23	L15	Катушка	1	
A23	L16	Катушка	1	
A23	L17	Система отклоняющая	1	
A23	L18	Катушка	1	
A4	B6	Переключатель П2К	1	
		Микропереключатели:		
A8	B7	МПБ	1	
A12	B8	МПБ	1	

Продолжение

Зона	Поз. обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
A26	B9	Переключатель П2К	1	
A29	B10	Тумблер Т3	1	
A13	D115	Светодиод 3Л102Б	1	
A29	D118	Дисд 2Д102Б	1	
		Стабилитроны:		
A28	D119	Д817Г	1	
A28	D120	Д816Б	1	
A28	D121	Д815Ж	1	
A31	D122	Д817Б	1	
A29	D123	2С551А	1	
A29	D125...			
	D140	Диод 2Д202В	16	
A29	НП1	Счетчик ЭСВ-2,5-12,6-1		Для приборов с приемкой заказчика
A23	Кл1	Зажим	1	
A30	Кл2	Зажим	1	
A23	Л1	Прибор электронно-лучевой 16ЛО101А	1	
A23	Л2	Лампа СМН9-60-2	1	
A23	Л3...Л5	Лампа СМН9-60-2	3	
A4	Лз1	Линия задержки	1	
A23	Нс1	Нагрузка согласования	1	
A29	Пр9	Вставка плавкая ВП1-1 1,0А 250В	1	
A29	Пр1С	Вставка плавкая ВП1-1 1,0А 250В	1	
		Транзисторы:		
A28	T125	2Т808А	1	
A28	T126	2Т808А	1	

Продолжение

Зона	Поз. обо- значение	Наименование	Кол.	Приме- чание
		Транзисторы:		
A28	T127	2Т803Б	1	
A32	T128	2Т803Б	1	
A32	T129	2Т808А	1	
A29	Tr1	Трансформатор	1	
A30	У18	Преобразователь высоковольт- ный 2.206.113	1	
A6	Ф1, Ф2	Фильтр Б14	2	
A8	Ф3, Ф4	" "	2	
A10	Ф5, Ф6	" "	5	
A13	Ф7...Ф11	" "	4	
A18	Ф13...Ф16	" "	1	
A25	Ф18	" "	1	
A23	Ф17	" "	1	
A24	Ф22	" "	1	
A3	Ш81	Розетка CP-50-272C	1	
A3	Ш82	Розетка	1	
A6	Ш83	Розетка	1	
A2	Ш84	Розетка	1	
A6	Ш85	Розетка CP-50-272C	1	
A5	Ш86	Розетка	3	
A3	Ш87...Ш89	Вилка	1	
A8	Ш90	Контакт	1	
A8	Ш91	Контакт	1	
A8	Ш92	Контакт	1	
A7	Ш93	Контакт	1	
A7	Ш94	Розетка	1	
A7	Ш95	Розетка	1	
A7	Ш86, Ш97	Контакт	2	
A11	Ш101... Ш103	Вилка	3	
A10	Ш104	Розетка	1	

Продолжение

Зона	Поз. обо- значение	Наименование	Кол.	Приме- чание
A11	Ш105	Розетка	1	
A10	Ш106	Розетка	1	
A10	Ш107	Розетка	1	
A14	Ш111, Ш112	Вилка	2	
A18	Ш113	Розетка	1	
A14	Ш114	Вилка	1	
A18	Ш115	Розетка	1	
A18	Ш116	Розетка	1	
A18	Ш117, Ш118	Контакт	2	
A18	Ш119	Розетка CP-50-272C	1	
A18	Ш121	Розетка	1	
A18	Ш122	Розетка	1	
A17	Ш123	Контакт	1	
A17	Ш124	Розетка	1	
A17	Ш125, Ш126	Вилка	2	
A16	Ш127	Розетка	1	
A16	Ш128	Контакт	1	
A17	Ш129	Контакт	1	
A21	Ш132	Вилка	1	
A21	Ш133	Розетка	1	
A19	Ш134	Розетка	1	
A19	Ш135	Розетка	1	
A19	Ш136, Ш137	Контакт	2	
A23	Ш140	Корпус	1	
A23	Ш141, Ш142	Контакт	2	
A23	Ш145, Ш146	Корпус	2	
A23	Ш149	Контакт	1	
A22	Ш150	Розетка	1	
A22	Ш151	Розетка	1	

Продолжение

Зона	Поз. обо- значение	Наименование	Кол.	Приме- чание
A22	Ш152	Контакт	1	
A22	Ш153	Розетка	1	
A25	Ш154	Вилка	1	
A25	Ш155	Контакт	1	
A25	Ш156	Контакт	1	
A24	Ш157	Розетка	1	
A24	Ш158	Розетка	1	
A24	Ш159	Контакт	1	
A24	Ш160	Контакт	1	
A24	Ш161	Контакт	1	
A26	Ш162	Контакт	1	
A26	Ш165,			
	Ш166	Розетка	1	
A26	Ш167	Контакт	1	
A26	Ш168	Розетка CP-50-73Ф	1	
	Ш180	Вилка	1	
	Ш181	Вилка РЛМИ2-(37К, 4М, 4Л, 10Н)ШЗ-П(1Л+1М+2К+1Н+2К+ +1Н+1К+1Н+6К+1Н+1К+1Л+1К+ +1М+1К+1Н+5К+1Н+1К+1Н+6К+ +1М+5К+1Л+1К+2Н+1К+1Н+4К+ +1М+1Л)В	1	
A30	Ш180	Розетка	1	
A30	Ш181,	Розетка РЛМИ2-(8К, 2М, 4Н)ГС- -Оп(1Н+1М+7К+1М+2Н+1К+1Н+ +1К)В	1	
A30		Розетка РГ1Н-1-1	2	
A29		Розетка РГ1Н-3-6К	2	

Перечень элементов к схемам электрическим принци-
пальным делителя напряжения, усилителя предвари-
тельного "У", переключателя электронного и переключ-
ателя каналов

Зона	Поз. обо- значение	Наименование	Кол.	Приме- чание
	У1	Делитель напряжения 5.172.232-02 Резисторы:	1	
A2	R1	C2-10-0,25-150 Ом±0,5%-В	1	
A2	R2	C2-10-0,25-150 Ом±0,5%-В	1	
A2	R3	C2-10-0,25-37,4 Ом±0,5%-В	1	
A2	R4	C2-10-0,25-83,5 Ом±0,5%-В	1	
A2	R5	C2-10-0,25-83,5 Ом±0,5%-В	1	
A2	R6	C2-10-0,25-94,2 Ом±0,5%-В	1	
A2	R7	C2-10-0,25-61,2 Ом±0,5%-В	1	
A2	R8	C2-10-0,25-61,2 Ом±0,5%-В	1	
A2	R9	C2-10-0,25-249 Ом±0,5%-В	1	
A2	R10	C2-10-0,25-53,6 Ом±0,5%-В	1	
A2	R11	C2-10-0,25-55,6 Ом±0,5%-В	1	
A2	R12	C2-10-0,25-499 Ом±0,5%-В	1	
A2	R13	C2-10-0,25-52,3 Ом±0,5%-В	1	
A2	R14	C2-10-0,25-52,3 Ом±0,5%-В	1	
A2	R15	C2-10-0,25-1 кОм±0,5%-В	1	
A2	R16	C2-10-0,25-51,1 Ом±0,5%-В	1	
A2	R17	C2-10-0,25-51,1 Ом±0,5%-В	1	
A2	R18	C2-10-0,25-2,49 кОм±0,5%-В	1	
A2	B1	Переключатель	1	
	У2	Делитель напряжения 5.172.232	1	Эlemen- ты см. У1
	У3	Усилитель предварительный У 5.035.058 Резисторы:	1	
A6	R31	C2-10-0,125-200 Ом±1%-В	1	
A6	R32	C2-10-0,125-200 Ом±1%-В	1	
A6	R33	ОМЛТ-0,125-47 кОм±5%	1	
A6	R34	C2-10-0,125-30,1 Ом±1%-В	1	

Продолжение

Зона	Поз. обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
Резисторы:				
A6	R35	C2-10-0,25-1,65 кОм±1%-B	1	
A6	R36	C2-10-0,25-1,65 кОм±1%-B	1	
A6	R37	C2-10-0,25-100 Ом±1%-B	1	
A6	R38	C2-10-0,25-2,43 кОм±1%-B	1	
A6	R39	C2-10-0,25-50,5 Ом±1%-B	1	
A6	R41	ОМЛТ-0,125-200 Ом±5%	1	
A6	R42	ОМЛТ-0,125-7,5 кОм±5%	1	
A6	R43	ОМЛТ-0,125-3 кОм±5%	1	
A6	R44	C2-10-0,125-75 Ом±1%-B	1	
A6	R45	C2-10-0,25-1,21 кОм±1%-B	1	
A6	R46	C2-10-0,25-1,21 кОм±1%-B	1	
A5	R47	C2-10-0,125-51,1 Ом±1%-B	1	
A5	R48	C2-10-0,25-1,1 кОм±1%-B	1	
A5	R49	C2-10-0,125-100 Ом±1%-B	1	
A5	R51	C2-10-0,25-75 Ом±1%-B	1	
A5	R52	C2-10-0,25-75 Ом±1%-B	1	
A5	R53	C2-10-0,25-240 Ом±1%-B	1	
A5	R54	C2-10-0,125-51,1 Ом±1%-B	1	
A5	R55	C2-10-0,25-301 Ом±1%-B	1	
A5	R56	СП3-19а-0,5-100 Ом±10%	1	
A5	R57	СП3-19а-0,5-220 Ом±10%	1	
A5	R58	C2-10-0,125-51,1 Ом±1%-B	1	
A5	R59	C2-10-0,125-15 Ом±1%-B	1	
A5	R61	C2-10-0,25-301 Ом±1%-B	1	
A5	R62	C2-10-0,125-100 Ом±1%-B	1	
A5	R63	C2-10-0,25-1,5 кОм±1%-B	1	
A5	R64	C2-10-0,25-1,5 кОм±1%-B	1	
A5	R65	C2-10-0,125-47 Ом±1%-B	1	
A5	R66	C2-10-0,25-301 Ом±1%-B	1	
A5	R67	C2-10-0,25-301 Ом±1%-B	1	
A4	R68	C2-10-0,125-100 Ом±1%-B	1	
A4	R69	C2-10-0,25-2 кОм±1%-B	1	
A4	R71	C2-10-0,125-51,1 Ом±1%-B	1	
A4	R72	C2-10-0,125-49,9 Ом±1%-B	1	

Продолжение

Зона	Поз. обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
Резисторы:				
A4	R73	C2-10-0,125-49,9 Ом±1%-B	1	
A4	R74	C2-10-0,125-1 кОм±1%-B	1	
A4	R75	C2-10-0,25-1,5 кОм±1%-B	1	
A4	R76	C2-10-0,125-100 Ом±1%-B	1	
A4	R77	C2-10-0,125-619 Ом±1%-B	1	
A4	R78	C2-10-0,125-51,1 Ом±1%-B	1	
A4	R79	C2-10-0,25-301 Ом±1%-B	1	
A4	R81	СП3-19а-0,5-100 Ом±10%	1	
A4	R82	СП3-19а-0,5-220 Ом±10%	1	
A4	R83	C2-10-0,125-15 Ом±1%-B	1	
A4	R84	C2-10-0,25-301 Ом±1%-B	1	
A4	R85	C2-10-0,125-30,1 Ом±1%-B	1	
A4	R86	C2-10-0,125-100 Ом±1%-B	1	
A4	R87	C2-10-0,25-1,5 кОм±1%-B	1	
A4	R88	C2-10-0,25-30,1 Ом±1%-B	1	
A4	R89	C2-10-0,25-30,1 Ом±1%-B	1	
A4	R91	C2-10-0,125-619 Ом±1%-B	1	
A4	R92	C2-10-0,125-75 Ом±1%-B	1	
A4	R93	C2-10-0,25-1,21 кОм±1%-B	1	
A4	R94	C2-10-0,25-1,21 кОм±1%-B	1	
A3	R95	C2-10-0,125-51,1 Ом±1%-B	1	
A3	R96	C2-10-0,125-100 Ом±1%-B	1	
A3	R97	C2-10-0,25-1,1 кОм±1%-B	1	
A3	R98	ОМЛТ-0,125-22 кОм±5%	1	
A3	R99	ОМЛТ-0,125-24 кОм±5%	1	
A3	R101	ОМЛТ-0,125-200 Ом±5%	1	
A3	R102	ОМЛТ-0,125-3 кОм±5%	1	
A3	R103	C2-10-0,25-50,5 Ом±1%-B	1	
A3	R104	ОМЛТ-0,125-7,5 кОм±5%	1	
A3	R105	C2-10-0,125-30,1 Ом±1%-B	1	
A3	R106	C2-10-0,25-1,65 кОм±1%-B	1	
A3	R107	C2-10-0,25-1,65 кОм±1%-B	1	
A3	R108	C2-10-0,125-100 Ом±1%-B	1	
A3	R109	C2-10-0,25-2,43 кОм±1%-B	1	
A5	R110...R112	СП3-19а-0,5-47 Ом±10%	3	
A4	R113	СП3-19а-0,5-47 Ом±10%	1	

Продолжение

Зона	Поз, обо- значение	Наименование	Кол.	Приме- чание
		Конденсаторы:		
A6	C1	КТ4-216-2/10 пФ-В	1	
A6	C2	КТ4-216-4/20 пФ-В	1	
A6	C3	КМ-56-М1500-1000 пФ±5%-В	1	
A5	C4	КТ4-216-1/5 пФ-В	1	
A5	C5	КМ-56-М1500-1000 пФ±5%-В	1	
A5	C6	КМ-56-М1500-1000 пФ±5%-В	1	
A5	C7	КТ4-216-1/5 пФ-В	1	
A5	C8	КД-1-МПО-10 пФ±5%-З	1	
A5	C9	КД-1-МПО-3,3 пФ±0,4 пФ-З	1	
A6	C10	КД-1-МПО-2,7 пФ±0,4 пФ-З	1	
A5	C11	КТ4-256-250 В-0,4/2 пФ-М75-В	1	
A5	C12	КМ-56-М1500-1000 пФ±5%-В	1	
A5	C13	КМ-56-М1500-1000 пФ±5%-В	1	
A4	C14	КТ4-256-250 В-0,4/2 пФ-М75-В	1	
A4	C15	КМ-56-М1500-1000 пФ±5%-В	1	
A4	C16	КТ4-216-1/5 пФ-В	1	
A4	C17	КД-1-МПО-10 пФ±5%-З	1	
A4	C18	КТ4-216-2/10 пФ-В	1	
A4	C19	КМ-56-М1500-1000 пФ±5%-В	1	
A3	C21	КТ4-216-1/5 пФ-В	1	
A3	C22	КМ-56-М1500-1000 пФ±5%-В	1	
A3	C23	КТ4-216-2/10 пФ-В	1	
A5	D1	Стабилитрон 2С156А	1	
A5	D2	Стабилитрон 2С147А	1	
		Усилители промежуточные:		
A6	MC1	5.035.070	1	
A6	MC2	5.035.070	1	
A5	MC3	5.035.070-01	1	
A5	MC4	5.035.070-02	1	
A4	MC5	Усилитель-коммутатор 5.035.081	1	
		Усилители промежуточные:		
A4	MC6	5.035.070	1	
A3	MC7	5.035.070	1	

Продолжение

Зона	Поз, обо- значение	Наименование	Кол.	Приме- чание
*	Ш1	Розетка	1	* А3, А4, А5, А6
A3	Ш2	Розетка	1	
A3	Ш3	Розетка	1	
	У4	Переключатель электронный 5,885,000	1	
		Резисторы:		
A6	R121	С2-23-0,125-3,92 кОм±1%-Б-Г	1	
A6	R122	С2-10-0,25-240 Ом±1%-В	1	
A6	R123	ОМЛТ-0,125-1,8 кОм±5%	1	
A6	R124	С2-10-0,125-15 Ом±1%-В	1	
A6	R125	С2-23-0,125-3,32 кОм±1%-Б-Г	1	
A6	R126	СП3-19а-0,5-10 кОм±10%	1	
A6	R127	С2-23-0,125-8,2 кОм±1%-Б-Г	1	
A6	R128	ОМЛТ-0,125-100 Ом±5%	1	
A6	R129	С2-10-0,125-15 Ом±1%-В	1	
A6	R131	С2-10-0,25-240 Ом±1%-В	1	
A5	R132	С2-10-0,25-3,01 кОм±1%-В	1	
A4	R134	ОМЛТ-0,125-24 кОм±5%	1	
A4	R135	ОМЛТ-0,125-24 кОм±5%	1	
A4	R136	ОМЛТ-0,125-24 кОм±5%	1	
A4	R137	ОМЛТ-0,125-200 Ом±5%	1	
A4	R138	ОМЛТ-0,125-24 кОм±5%	1	
A4	R139	ОМЛТ-0,125-200 Ом±5%	1	
A4	R141	С2-10-0,25-240 Ом±1%-В	1	
A4	R142	С2-10-0,125-15 Ом±1%-В	1	
A4	R143	ОМЛТ-0,125-100 Ом±5%	1	
A3	R144	С2-10-0,25-3,01 кОм±1%-В	1	
A3	R145	С2-23-0,125-8,2 кОм±1%-Б-Г	1	
A3	R146	СП3-19а-0,5-10 кОм±10%	1	
A3	R147	С2-10-0,25-240 Ом±1%-В	1	
A3	R148	С2-23-0,125-3,32 кОм±1%-Б-Г	1	
A3	R149	С2-10-0,125-15 Ом±1%-В	1	

Продолжение

Зона	Поз. обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
Резисторы:				
A3	R151	C2-10-0,125-619 Ом $\pm$ 1%-В	1	
A3	R152	C2-10-0,125-619 Ом $\pm$ 1%-В	1	
A3	R153	C2-23-0,125-3,92 кОм $\pm$ 1%-Е-Г	1	
Конденсаторы:				
A6	C25, C26	КМ-6Б-Н90-2,2 мкФ	2	
A6	C27	КМ-6Б-Н90-2,2 мкФ +50%-В	1	
A6	C26	КМ-56-Н30-0,033 мкФ -20%-В	1	
A3	C29	КМ-56-М1500-1000 пФ $\pm$ 5%-В	1	
A3	C30	КМ-56-М1500-1000 пФ $\pm$ 5%-В	1	
A3	C31	КМ-56-М47-47 пФ $\pm$ 5%-В	1	
A6	D9	Стабилитрон 2С147А	1	
A6	D10	Стабилитрон 2С156А	1	
A6	D11	Диод 2Д522Б	1	
A6	D12	Диод 2Д522Б	1	
A6	D13	Стабилитрон 2С119А	1	
A3	D14	Стабилитрон 2С147А	1	
A3	D15	Диод 2Д522Б	1	
A3	D16	Диод 2Д522Б	1	
A3	D17	Стабилитрон 2С156А	1	
A3	D18	Стабилитрон 2С156А	1	
A6	Dr1	Дроссель высокочастотный ДМ-3-1 $\pm$ 10%	1	
A6	Dr2	Дроссель высокочастотный ДМ-3-1 $\pm$ 10%	1	
Микросхемы:				
A4	MC8	136ЛАЗ	1	
A4	MC9	136ТМ2	1	
A4	MC11	136ЛР3	1	
Транзисторы:				
A6	T1	2Т603Б	1	

Продолжение

Зона	Поз. обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
Транзисторы:				
A6	T2	2Т316Б	1	
A6	T3	2Т316Б	1	
A4	T4	2Т316Б	1	
A3	T5	2Т316Б	1	
A6	Ш4	Вилка	1	
*	Ш5	Вилка	1	*А6, А5
*	Ш6	Вилка	1	*А8, А5
*	Ш7	Вилка	1	*А3, А4, А5, А6
A3	Ш8	Вилка	1	
A3	Ш9	Розетка	1	
У5 Переключатель каналов 5.435,909				
A5	R156	Резистор C2-10-0,125-100 Ом $\pm$ 1%-В	1	
A5	D19	Диод 2Д522Б	1	
A5	D20	Диод 2Д522Б	1	
A5	B3	Блок переключателей П2К	1	
У6 Усилитель оконечный 5.035,059				
Резисторы:				
A8	R157	C2-10-0,125-825 Ом $\pm$ 1%-В	1	
A8	R158	C2-10-0,25-750 Ом $\pm$ 1%-В	1	
A8	R159	C2-10-0,125-523 Ом $\pm$ 1%-В	1	
A8	R161	СП3-19а-0,5-100 Ом $\pm$ 10%	1	
A8	R162	C2-10-0,125-100 Ом $\pm$ 1%-В	1	
A8	R163	C2-10-0,25-2,21 кОм $\pm$ 1%-В	1	
A8	R164	СП3-19а-0,5-220 Ом $\pm$ 10%	1	
A8	R165	C2-10-0,25-2,1 кОм $\pm$ 1%-В	1	
A8	R166	C2-10-0,125-51,1 Ом $\pm$ 1%-В	1	
A8	R167	C2-10-0,25-750 Ом $\pm$ 1%-В	1	

Продолжение

Зона	Поз. обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
Резисторы:				
A8	R168	C2-10-0,125-51,1 Ом $\pm$ 1%-B	1	
A8	R169	C2-10-0,125-750 Ом $\pm$ 1%-B	1	
A8	R171	C2-10-0,25-402 Ом $\pm$ 1%-B	1	
A8	R172	C2-23-0,125-511 Ом $\pm$ 1%-B-Г	1	
A8	R173	C2-23-0,125-422 Ом $\pm$ 1%-B-Г	1	
A8	R175	C2-10-0,125-100 Ом $\pm$ 1%-B	1	
A8	R176	C2-10-0,25-2,4 кОм $\pm$ 1%-B	1	
A8	R177	СП3-19а-0,5-100 Ом $\pm$ 10%	1	
A8	R178	C2-10-0,25-402 Ом $\pm$ 1%-B	1	
A8	R179	C2-10-0,125-51,1 Ом $\pm$ 1%-B	1	
A8	R181	C2-10-0,125-51,1 Ом $\pm$ 1%-B	1	
A8	R182	C2-10-0,125-825 Ом $\pm$ 1%-B	1	
A8	R183	C2-10-0,5-374 Ом $\pm$ 1%-B	1	
A8	R184	C2-23-0,125-1 кОм $\pm$ 1%-B-Г	1	
A8	R185	C2-10-0,125-100 Ом $\pm$ 1%-B	1	
A8	R186	C2-10-0,25-2,21 кОм $\pm$ 1%-B	1	
A8	R187	СП3-19а-0,5-220 Ом $\pm$ 10%	1	
A8	R188	C2-10-0,5-374 Ом $\pm$ 1%-B	1	
A7	R189	C2-10-0,125-51,1 Ом $\pm$ 1%-B	1	
A7	R191	C2-10-0,125-38,7 Ом $\pm$ 1%-B	1	
A7	R192	C2-10-0,125-39,7 Ом $\pm$ 1%-B	1	
A7	R193	C2-10-0,125-590 Ом $\pm$ 1%-B	1	
A7	R194	СП3-19а-0,5-220 Ом $\pm$ 10%	1	
A7	R195	C2-10-0,125-690 Ом $\pm$ 1%-B	1	
A7	R196	C2-10-0,5-243 Ом $\pm$ 1%-B	1	
A7	R197	C2-10-0,5-243 Ом $\pm$ 1%-B	1	
A7	R198	C2-10-0,25-100 Ом $\pm$ 1%-B	1	
A7	R199	C2-10-0,5-243 Ом $\pm$ 1%-B	1	
A7	R201	C2-10-0,5-243 Ом $\pm$ 1%-B	1	
A7	R202	C2-10-0,25-100 Ом $\pm$ 1%-B	1	
Конденсаторы:				
A8	C31	КМ-56-Н90-0,015 мкФ $\pm$ 5%-B	1	

Продолжение

Зона	Поз. обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
Конденсаторы:				
A8	C32	КМ-56-М1500-1000 пФ $\pm$ 5%-B	1	
A8	C33	КМ-56-М47-100 пФ $\pm$ 10%-B	1	
A8	C34	КТ4-216-4/20 пФ-B	1	
A8	C35	КТ4-216-1/5 пФ-B	1	
A8	C36	КТ4-216-1/5 пФ-B	1	
A8	C37	КМ-56-Н90-0,015 мкФ $\pm$ 80%-B	1	
A8	C38	КМ-56-Н90-0,015 мкФ $\pm$ 80%-B	1	
A8	C39	КМ-6Б-Н90-0,68 мкФ	1	
A8	C41	КМ-56-Н90-0,015 мкФ $\pm$ 80%-B	1	
A8	C43	КТ4-216-1/5 пФ-B	1	
A8	C44	КТ4-216-1/5 пФ-B	1	
A8	C45	КМ-6А-Н90-1 мкФ	1	
A8	C46	КТ4-216-1/5 пФ-B	1	
A7	C47	КМ-56-Н90-0,015 мкФ $\pm$ 80%-B	1	
A7	C48	КМ-56-Н90-0,015 мкФ $\pm$ 80%-B	1	
Стабилитроны:				
A8	D21	2С168А	1	
A8	D22	2С168А	1	
A7	D23	2С168А	1	
Усилители промежуточные:				
A8	MC12	5.035.070-01	1	
A8	MC13	5.035.070-02	1	
A8	MC14	5.035.070-01	1	
A7	MC15	Усилитель выходной 5.035.071	1	
A8	W2	Вилка	1	
	У7	Усилитель синхронизации 5.035.060	1	
Резистор				
A11	R208	ОМЛТ-0,125-10 кОм $\pm$ 5%	1	