

# ОСЦИЛЛОГРАФ С1-75

---

ТЕХНИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ  
И ИНСТРУКЦИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

# СОДЕРЖАНИЕ

1. Назначение . . . . .	4
2. Технические данные . . . . .	5
3. Состав осциллографа . . . . .	8
4. Устройство, работа осциллографа и его составных частей . . . . .	11
4.1. Принцип действия . . . . .	11
4.2. Усилитель вертикального отклонения . . . . .	14
4.3. Электронно-лучевой индикатор . . . . .	19
4.4. Усилитель импульсов подсвета . . . . .	19
4.5. Схема запуска и формирования пилообразного напряжения . . . . .	20
4.6. Усилитель горизонтального отклонения . . . . .	28
4.7. Калибратор . . . . .	32
4.8. Генератор импульсов . . . . .	33
4.9. Низковольтные источники питания . . . . .	34
4.10. Высоковольтный источник питания . . . . .	37
4.11. Конструкция осциллографа . . . . .	40
5. Маркирование и пломбирование . . . . .	45
6. Общие указания по эксплуатации . . . . .	46
7. Указания мер безопасности . . . . .	46
8. Подготовка к работе . . . . .	47
9. Порядок работы . . . . .	48
9.1. Подготовка к проведению измерений . . . . .	48
9.2. Проведение измерений . . . . .	53
10. Характерные неисправности и методы их устранения . . . . .	64
10.1. Общие указания . . . . .	64
10.2. Перечень вероятных неисправностей . . . . .	67
10.3. Указания по разборке и сборке осциллографа и замене элементов . . . . .	75
11. Техническое обслуживание . . . . .	80
12. Поверка осциллографа . . . . .	80
12.1. Операции и средства поверки . . . . .	84
12.2. Условия поверки и подготовка к ней . . . . .	85
12.3. Проведение поверки . . . . .	86
12.4. Оформление результатов поверки . . . . .	99
13. Правила хранения . . . . .	99
14. Транспортирование . . . . .	100
14.1. Тара, упаковка и маркирование упаковки . . . . .	100
14.2. Условия транспортирования . . . . .	102
Приложение 1. Данные намотки трансформаторов и катушек индуктивности . . . . .	103
Приложение 2. Таблицы напряжений элементов схем . . . . .	106
Приложение 3. Формы сигналов . . . . .	114
Приложение 4. Расположение элементов . . . . .	120
Приложение 5. Схемы принципиальные электрические с перечнями элементов . . . . .	133
Приложение 6. Карточка отзыва потребителя . . . . .	171

**ДОПОЛНЕНИЯ, ИЗМЕНЕНИЯ И ЗАМЕЧЕННЫЕ ОПЕЧАТКИ  
К ТЕХНИЧЕСКОМУ ОПИСАНИЮ И ИНСТРУКЦИИ ПО ЭК-  
СПЛУАТАЦИИ ОСЦИЛЛОГРАФА С1-75**

Номер страницы, строки, позиции, рисунка	Содержание изменения	
	напечатано	следует читать
1. Стр. 5 п.2.1.	- по вертикали - - 120 мм (два зна- чения номинального вертикального откло- нения).	- по вертикали - - 60 мм (+ 30 мм от середины шкалы).
2. Стр. 7 строка 11	10 мм	6мм
3. Стр. 8 п.2.26.	700 ч	1250 ч
	- шнур сетевой	изъять
	1 4,860,015	
4. Стр. 9	- переход коаксиаль- ный	-переход коакси- альный
	Э2-114/4	Э2-114/4
	фототубус	фототубус
	кольцо	кольцо
	фототубуса	фототубуса
		поставляется при указании в договоре
5. Стр. 25,26,27	У9-МС3-3 } У9-МС3-4 } У9-МС4-3 У9-МС4-4 У9-МС4-1	У9 - Т20 } У9 - Т30 } У9 - Т38 } У9 - Т36 } У9 - Т33 }
6. Стр. 53 строка 14 снизу	...подделению (0,2см)	...под делению (0,1см <sup>2</sup> )
7. Стр. 62 строка 14	... равно 0,2 см	... равно 0,1 см
8. Стр. 74 строка 7	У6-С6 - для подст- ройки величины выб- роса	Аннулировать
9. Стр. 80 строка 11 снизу	... приведенным в табл. 8	... приведенным в табл. 7
10. Стр. 87 строка 2	по п.п. 9.1.1 .... по п. 9.1.1.2.	по п.п. 9.1.1 .... по п. 9.1.11

11. Стр. 95 - перед табл. 10	после слов: ...43-36			см. вкладыш 2		
12. Стр. 106 строка 20				см. вкладыш 1 п.1 (дополнение)		
13. Стр. 109 табл. 4						
У6-Т5, У6-Т6(к)	8,5			30		
Стр. 111 табл. 6						
Т16, Т17	+6			±6		
Стр. 112 табл. 7	Э	Б	К	Э	Б	К
Т1	-21,8;	-22,6;	-44,7	-12;	-13;	-25
Т2			-21,8			-12
Т3	-45;	-44,3		-26;	-25	
Т4			-45			-12
Т5	-17,5;	-16,85		-10;	-9	
Т9			+29,2			+17
табл. 8						
Д5	0,58			5,8		
Стр. 109, 110 табл. 5				см. вкладыш -1 п.2 (дополнение)		
14. Стр. 168	Др 1			Аннулировать		
15. Приложение 5 (лист 1)				см. рис. 1 (дополнение)		
16. Стр. 9 СхЭ лист 10	ВП1-1	1,0А	6	ВП1-1	1,0А	9
				См. рис. 3 (дополнение)		

1. — — — — — в положение, когда начало луча установлено в начале шкалы экрана ЭЛТ.

2.	T1	T2	T3	...	T42	...	T22	T23
Э	-0,7	-0,7	2,8	...	0	...	-9,7	13,4
Б	0	0	3,5	...	0,8	...	-10	12,7
К	3,5	3,5	5,8	...	0,8	...	-(0...0,5)	-(0...0,5)

	T24	T25	...	T28	T33
Э	-9,7	0	...	0,1... 0,6	-(0,1...0,5)
Б	-9	-(0...0,5)	...	0	0,3... 0,7
К	-(0...0,5)	0	...	13	15

	T34	...	T36	T37	T38	T20	T30
Э	0,2...0,5	...	- 6,7	0,4...1	0,4...1	0,1...0,6	-(0...0,3)
Б	-(0,4...0,5)	...	-6,2	0...0,6	0,2...1	(0,7...1,2)	(0...0,6)
К	0,6...1,2	...	-(0,1...0,6)	-12,6	15	29	29

устройство

должна быть

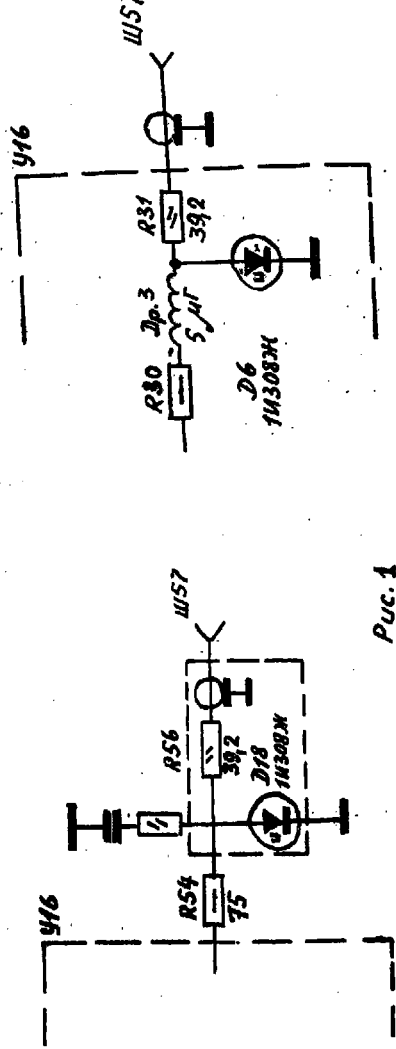


Рис.1

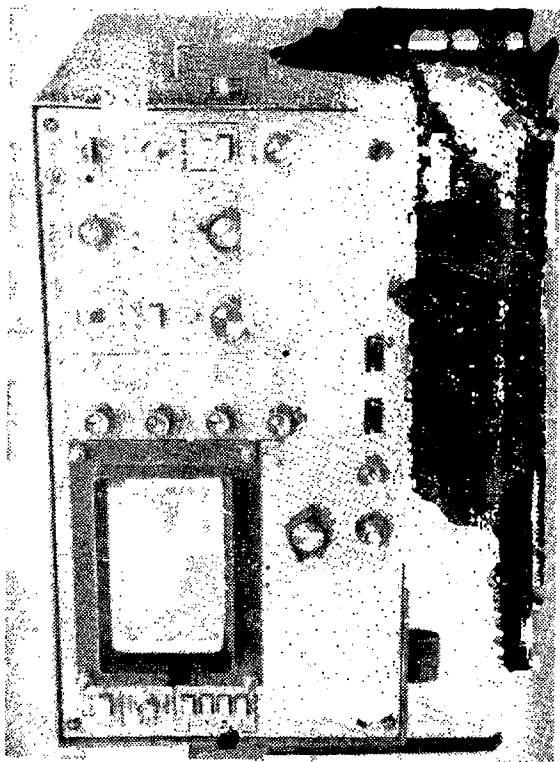


Рис. 1. Общий вид осциллографа

## 1. НАЗНАЧЕНИЕ

1.1. Осциллограф С1-75 предназначен для исследования формы периодических и однократных электрических сигналов с напряжением от 20 мВ до 25 В в диапазоне временных интервалов от 8 нс до 1 с путем визуального наблюдения и фотографирования.

1.2. По точности осциллограф соответствует III классу ГОСТ 22737—77.

1.3. Условия эксплуатации осциллографа:

температура окружающей среды для рабочего состояния от 5 до 40°C;

температура окружающей среды для нерабочего состояния от минус 50 до 60°C;

относительная влажность воздуха до 95% при температуре 30°C;

атмосферное давление от 88 до 104 кН/м<sup>2</sup> (460—780 мм рт. ст.).

Питание осциллографа:

сеть с частотой 50 Гц  $\pm 1\%$ , напряжением 220 В  $\pm 10\%$ ;

сеть с частотой 400 Гц  $\pm 3\%$ , напряжением 115 В  $\pm 5\%$  и 220 В  $\pm 5\%$ .

1.4. В ТО приняты следующие условные обозначения:

ЭЛТ — электронно-лучевая трубка;

ППМ — плата печатного монтажа;

УПТ — усилитель постоянного тока;

РЭ — регулируемый элемент;

УОС — усилитель напряжения обратной связи;

ЗИП — запасное имущество прибора;

● — ручка органа регулирования, выведенная на переднюю панель;

○ — ручка органа регулирования, выведенная на переднюю панель под шлиц;



- ① — ручка органа регулирования, находящаяся внутри осциллографа;  
 У1-Р1 — резистор R1, входящий в узел У1;  
 У17-У1-Р1 — резистор R1, входящий в узел У1, который входит в устройство У17. Например, резистор R1, находящийся на плате печатного монтажа У1, которая входит в высоковольтный блок питания У17.

## 2. ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

### 2.1. Рабочая часть экрана ЭЛТ осциллографа:

- по горизонтали — 100 мм ( $\pm 50$  мм от середины шкалы);
- по вертикали — 120 мм (два значения номинального вертикального отклонения).

Несовпадение линии луча с линиями шкалы экрана ЭЛТ не более:

- 0,2 мм — с центральными осевыми линиями шкалы;
- 0,9 мм — с крайними горизонтальными линиями шкалы;
- 1 мм — с крайними вертикальными линиями шкалы.

### 2.2. Толщина линии луча не более 0,8 мм.

2.3. Скорость записи (при фотографировании однократных сигналов) не менее 1500 км/с при использовании объектива с относительным отверстием 1:1,5 и не менее 850 км/с при использовании объектива с относительным отверстием 1:2.

2.4. Время нарастания переходной характеристики не более 1,5 нс.

2.5. Выброс на переходной характеристике не более 10%.

2.6. Неравномерность вершины переходной характеристики не более 3%.

### 2.7. Сопротивления входов:

- непосредственного входа осциллографа — 50 Ом;
- с выносным делителем 1:10 — 500 Ом с параллельной емкостью не более 1 пФ;
- с выносным делителем 1:50 — 2,5 кОм с параллельной емкостью не более 1 пФ.

2.8. Смещение луча из-за дрейфа усилителя не более 0,2 см за 1 мин, 0,5 см за 1 ч и 0,5 см при изменении напряжения питающей сети на  $\pm 10\%$ .

2.9. Коэффициент развязки между каналами в диапазоне частот до 100 МГц не менее 1500, в диапазоне частот до 250 МГц не менее 700.

2.10. Коэффициент отклонения устанавливается ступенями от 10 мВ/см до 1 В/см соответственно ряду чисел 1, 2, 5.

Погрешность коэффициента отклонения в рабочих условиях не более 5%, с выносными делителями 1:10 и 1:50 не более 6%.

Погрешность калибровки отклонения в рабочих условиях не более 3%.

2.11. Погрешность измерения в рабочих условиях амплитуды сигналов прямоугольной формы не превышает 5%, с выносными делителями 1:10 и 1:50 — 6% при длительности сигналов не менее 8 нс и при размере изображения от 2,4 до 6 см.

2.12. Перемещение луча по вертикали не менее 30 мм вверх и вниз от середины рабочей части экрана.

Перемещение луча по горизонтали обеспечивает смещение начала и конца рабочей части развертки в середину экрана.

2.13. Коэффициент развертки устанавливается ступенями от 20 нс/см до 100 мс/см соответственно ряду чисел 1, 2, 5.

Имеется десятикратная растяжка, обеспечивающая уменьшение коэффициента развертки до 2 нс/см.

Погрешность калибровки развертки:

а) в рабочем диапазоне температур

— 3% без растяжки,

— 4% с растяжкой на диапазоне 50 нс/см и более,

— 5% с растяжкой на диапазоне 20 нс/см;

б) в рабочих условиях

— 5% без растяжки,

— 6% с растяжкой на диапазоне 50 нс/см и более,

— 7% с растяжкой на диапазоне 20 нс/см.

Погрешность коэффициентов развертки:

а) в рабочем диапазоне температур

— 5% без растяжки,

— 6% с растяжкой для коэффициента развертки 50 нс/см и более,

— 10% с растяжкой для коэффициента развертки 20 нс/см;

б) в рабочих условиях

— 7% без растяжки,

— 8% с растяжкой для коэффициента развертки 50 нс/см и более,

— 12% с растяжкой для коэффициента развертки 20 нс/см.

2.14. Погрешность измерения временных интервалов, а также погрешность в рабочем диапазоне температур не более

$$\pm \left( 5 + \frac{0,4 \text{ нс}}{T_X} \cdot 100 \right) \%.$$

Погрешность измерения в рабочих условиях не более

$$\pm (7 + \frac{0,4 \text{ нс}}{T_X} \cdot 100) \%$$

2.15. В осциллографе обеспечиваются следующие режимы запуска разверток: автоколебательный, ждущий, однократный.

2.16. Внутренняя синхронизация развертки осуществляется:

— синусоидальными сигналами от 20 Гц до 50 МГц при величине изображения 6 мм и более;

— синусоидальными сигналами от 50 до 250 МГц при величине изображения 15 мм и более;

— импульсными сигналами длительностью не менее 5 нс при величине изображения 10 мм и более;

— сигналами сети питания.

2.17. Внешняя синхронизация развертки осуществляется:

— синусоидальными сигналами от 20 Гц до 50 МГц при амплитуде от 50 мВ до 1 В;

— синусоидальными сигналами свыше 50 до 250 МГц при амплитуде от 100 мВ до 1 В;

— импульсными сигналами длительностью не менее 5 нс при амплитуде от 50 мВ до 3 В.

2.18. Калибратор амплитуды и времени обеспечивает калибрационное напряжение в виде «меандра» с амплитудой  $0,5 \text{ В} \pm 1,5\%$  на внешней нагрузке 50 Ом. Период калибрационного напряжения  $10 \text{ мкс} \pm 0,2\%$ .


2.19. Коммутатор обеспечивает следующие режимы работы:

— канал А;

— канал Б;

— переключение каналов после каждого хода развертки (ПООЧЕРЕДНО);

— переключение каналов несинхронно с запуском развертки (ПРЕРЫВИСТО).

2.20. Амплитуда импульса для запуска внешних устройств на гнезде Выход  на нагрузке не менее 10 кОм, с параллельной емкостью не более 30 пФ имеет величину в пределах от не менее 1 до не более 2 В при времени нарастания не более 40 нс.

2.21. Выходное напряжение генератора импульсов, предназначенное для проверки переходной характеристики прибора, имеет вид последовательности прямоугольных импульсов. Амплитуда импульсов на внешней согласованной нагрузке 50 Ом имеет величину от не менее 0,18 до не более 0,3 В.

Время нарастания не более 0,5 нс.

Выброс не более 5%.

2.22. Осциллограф обеспечивает:

— работоспособность через 5 мин после включения;

— свои технические характеристики в пределах норм после самонагрева в течение 15 мин, а при повышенной влажности — в течение 30 мин.

2.23. Мощность, потребляемая осциллографом от сети, при номинальном напряжении не превышает 160 ВА.

2.24. Осциллограф допускает непрерывную работу в течение не менее 8 ч в рабочих условиях при сохранении технических характеристик.

2.25. Акустические шумы, создаваемые осциллографом, не более 55 дБ на расстоянии 1 м от прибора.

2.26. Среднее время безотказной работы осциллографа ( $T_{ср}$ ) не менее 700 ч.

2.27. Технический ресурс (суммарная наработка осциллографа от начала эксплуатации до ее прекращения, обусловленного изнашиванием и старением) не менее 5000 ч.

2.28. Срок службы (календарное время от начала эксплуатации осциллографа до момента наступления полной непригодности, т. е. когда восстановление основных параметров прибора путем его ремонта становится нецелесообразным) не менее 5 лет.

2.29. Срок хранения осциллографа не менее 5 лет.

2.30. Габаритные размеры осциллографа 408×220×546 мм.

2.31. Масса осциллографа 23 кг.

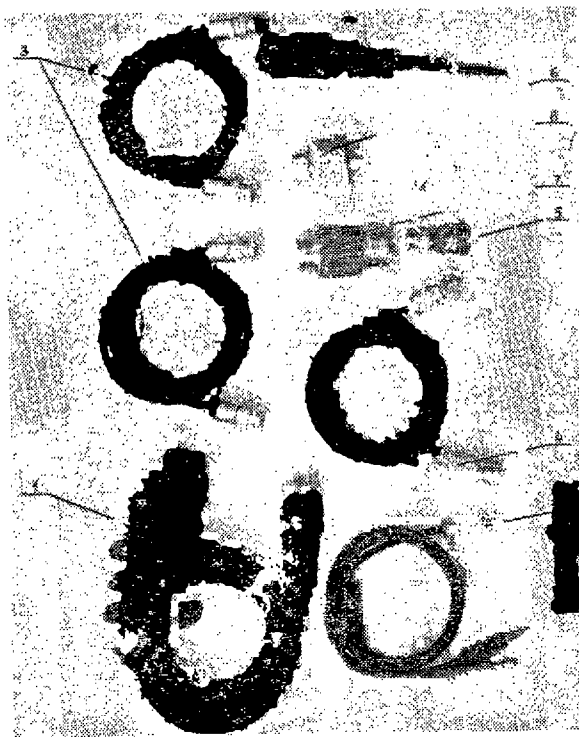
### 3. СОСТАВ ОСЦИЛЛОГРАФА

3.1. Состав осциллографа С1-75 перечислен в табл. 1 и приведен на рис. 2, 3.

Таблица 1

Наименование	Кол.	Примечание
Осциллограф С1-75	1	
Ящик укладочный, в нем:	1	
— шнур сетевой	1	4.860.015
— кабель	2	4.850.011
— кабель переходной	1	4.850.009

Наименование	Кол.	Примечание
— кабель соединительный со штекером	1	4.850.008
— переход коаксиальный Э2-114/4	2	
— переход коаксиальный Э2-25	1	
— переход согласующий 75 → 50 Ом	1	
— тройник СР-50-95 Ф	1	
— тубус	1	
— фототубус	1	
— кольцо фототубуса	1	
— сетка	1	
— коробка	1	
в ней:		
лампа СМН10-55-2	2	
лампа ИНС-1	2	
предохранители:		
ВПИ-1 2,0А	4	
ВПИ-1 1,0А	6	
ВПИ-1 0,5А	4	
ВПИ-1 0,25А	4	
— техническое описание и инструкция по эксплуатации	1	
— формуляр	1	
— паспорт (этикетка) на электронно-лучевую трубку	1	Включается в формуляр на осциллограф
— комплект комбинированный	1	
в нем:		
делитель 1 : 10	2	
делитель 1 : 50	2	
насадка емкостная разделительная	2	
насадка заземления	2	
переход	2	
штырь заземления	2	
штырь заземления	2	



*Рис. 2. Принадлежности осциллографа С1-75:*

- 1 — шнур сетевой; 2 — кабель; 3 — кабель соединительный высокочастотный;  
 4 — кабель соединительный высокочастотный; 5 — переход коаксиальный  
 Э2-114/4; 6 — переход коаксиальный Э2-25; 7 — переход согласующий  
 75 → 50 Ом; 8 — тройник СР-50-95 Ф

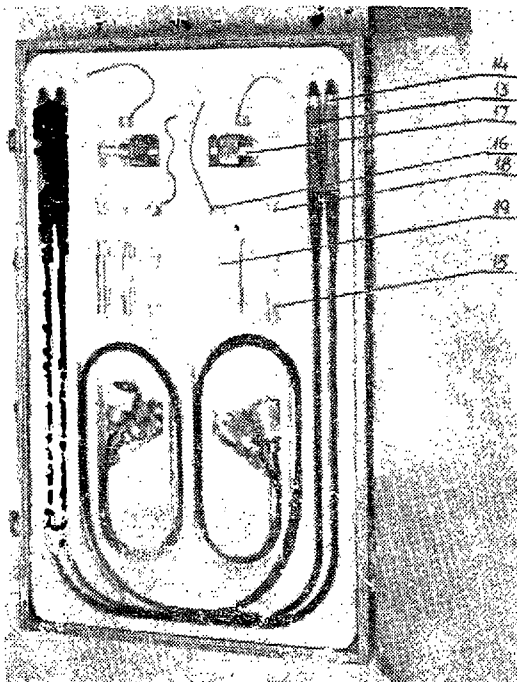


Рис. 3. Принадлежности осциллографа С1-70:  
 13 — делитель 1 : 10; 14 — делитель 1 : 50; 15 — насадка  
 емкостная разделительная; 16 — насадка заземления;  
 17 — переход; 18 — штырь заземления; 19 — штырь  
 заземления

#### 4. УСТРОЙСТВО, РАБОТА ОСЦИЛЛОГРАФА И ЕГО СОСТАВНЫХ ЧАСТЕЙ

##### 4.1. Принцип действия

4.1.1. Принцип работы осциллографа и взаимодействие основ-  
 ных его узлов поясняет структурная схема (см. рис. 4).

Осциллограф состоит из:

- а) усилителя вертикального отклонения, в который входят:
  - входные делители,
  - коммутатор,
  - линия задержки,
  - оконечный усилитель;
- б) схемы запуска и формирования пилообразного напряжения, в которую входят:
  - переключатель входа,
  - усилитель синхронизации,
  - генератор импульсов запуска,
  - схема формирования импульса подсвета,
  - генератор пилообразного напряжения,
  - схема блокировки;
- в) усилителя внутренней синхронизации;
- г) усилителя импульсов подсвета;
- д) усилителя горизонтального отклонения;
- е) генератора импульсов;
- ж) калибратора;
- з) низковольтного источника питания;
- и) высоковольтного источника питания;
- к) электронно-лучевого индикатора.

4.1.2. Усилитель вертикального отклонения обеспечивает воспроизведение исследуемых сигналов и их измерение методом калиброванной шкалы. В усилитель входят:

а) входные делители, которые служат для ослабления исследуемых сигналов и обеспечивают калиброванные коэффициенты отклонения от 0,01 до 1 В/см семью ступенями. Входное сопротивление делителя 50 Ом;

б) коммутатор, предназначенный для создания двухканального и одноканального режима работы осциллографа. Одноканальный режим работы обеспечивается в положениях А и Б переключателя РЕЖИМ, а двухканальный — в положениях ПООЧЕРЕДНО, ПРЕРЫВИСТО;

в) линия задержки, обеспечивающая наблюдение начала исследуемого сигнала на линейном участке быстрых разверток;

г) оконечный усилитель, который служит для усиления напряжения исследуемых сигналов до величины, обеспечивающей достаточное для наблюдения изображение сигнала на экране ЭЛТ.

4.1.3. Усилитель внутренней синхронизации обеспечивает предварительное усиление сигналов внутренней синхронизации до ве-



личины, необходимой для нормальной работы усилителя синхронизации.

4.1.4. Схема запуска предназначена для запуска генератора развертки синхронно с исследуемым сигналом и состоит из:

- а) переключателя входа, обеспечивающего выбор:
  - вида синхронизации (от сети, внешним или исследуемым сигналом),
  - полярности синхронизирующего сигнала (положительным или отрицательным импульсом),
  - делителя входа (1:1 или 1:10),
  - режима генератора развертки (автоколебательный, ждущий, однократный);

б) усилителя синхронизации, который усиливает сигналы до величины, обеспечивающей устойчивую работу генератора импульсов запуска;

в) генератора импульсов запуска, который формирует импульс для запуска генератора развертки.

4.1.5. Схема формирования пилообразного напряжения предназначена для создания временной развертки на экране ЭЛТ. Схема состоит из:

а) схемы блокировки развертки от повторного запуска;

б) генератора пилообразного напряжения, предназначенного для генерирования пилообразного напряжения временной развертки;

в) схемы формирования импульса подсвета.

4.1.6. Усилитель импульсов подсвета обеспечивает подсвет луча развертки на экране электронно-лучевой трубки во время рабочего хода развертки. Импульсы подсвета поступают на модулятор ЭЛТ.

4.1.7. Усилитель горизонтального отклонения служит для обеспечения требуемой амплитуды пилообразного напряжения.

4.1.8. Генератор импульсов формирует испытательный импульс для проверки времени нарастания переходной характеристики. Фронт импульса не превышает 0,5 ис.

4.1.9. Калибратор выдает калибрационное напряжение в виде «меандра» амплитудой 0,5 В на нагрузке 50 Ом. Период калибрационного напряжения 10 мкс. Калибрационное напряжение позволяет калибровать коэффициенты отклонения как вертикального, так и горизонтального тракта.

4.1.10. Низковольтный источник питания обеспечивает питание всех цепей схемы осциллографа. Источник выдает стабилизированные напряжения величиной 15, 35, 150, минус 12,6 и минус 100 В.

4.1.11. Высоковольтный источник питания обеспечивает пита-

ние ЭЛТ. Он выдает стабилизирующие напряжения величиной минус 2000, минус 2700 и 12500 В.

## 4.2. Усилитель вертикального отклонения

4.2.1. Структурная схема усилителя вертикального отклонения представлена на рис. 5.

Исследуемые сигналы поступают непосредственно на делители с входным сопротивлением 50 Ом. Делители обеспечивают коэффициент отклонения от 10 мВ/см до 1 В/см семью ступенями с переключением соответственно ряду чисел 1, 2, 5.

С входных делителей сигналы поступают на фазоинверсный каскад. В нем с помощью переключателя режима обеспечивается выбор режима коммутатора:

- каждого канала раздельно (А, Б),
- обоих на непрерывной развертке (ПООЧЕРЕДНО),
- обоих во время этой же развертки в прерывистом режиме (ПЕРЕРЫВИСТО).

Переключение каналов производится с помощью генератора коммутационных сигналов, который запускается импульсами подсвета, поступающими на него с генератора развертки через усилитель импульсов управления или смешанным сигналом, т. е. сигналом импульса подсвета и сигналом с частотой порядка 500 кГц, поступающим с мультивибратора.

Схема построена так, чтобы в режиме ПЕРЕРЫВИСТО, когда генератор пилообразного напряжения не работает и схема развертки подготавливается к следующему запуску, сигнал с частотой 500 кГц, поступающий с мультивибратора, отключается от входа генератора коммутационных сигналов. Таким образом, когда импульс запуска, поступающий с развертки, отсутствует, хотя мультивибратор и работает, сигнал с его выхода не может попасть на вход генератора и переключить его. Это исключает возможность попадания сигнала мультивибратора через цепи внутренней синхронизации на генератор развертки, и тем самым исключается возможность запуска развертки сигналом коммутатора. Такая схема позволяет получить на экране ЭЛТ практически непрерывную линию развертки при любой длительности.

С фазоинверсного каскада сигнал поступает на линию задержки, время задержки которой составляет примерно 80 нс.

Выходной усилитель состоит из пяти усилительных каскадов и необходим для получения требуемого коэффициента усиления и амплитуды.

Сигнал внутренней синхронизации канала А снимается с входного делителя и поступает на эмиттерный повторитель.

С выхода фазоинверсного каскада снимается суммарный сигнал обоих каналов, который усиливается усилителем.

Оба сигнала поступают на переключатель вида синхронизации (СИНХР.), а с него — на усилитель внутренней синхронизации.

4.2.2. Усилитель вертикального отклонения построен по схеме транзисторного усилителя с отрицательной обратной связью по току в цепи эмиттера с каскодным включением усилительных элементов (приложение 5, лист 3).

Усилитель собран на транзисторе У5-Т3, который включен по схеме с общей базой и управляется транзистором У5-Т1, включенным по схеме с общим эмиттером. Такая схема обеспечивает частотную характеристику и усиление в требуемом диапазоне частот. Частотная характеристика обычно ограничивается из-за выходного сопротивления источника сигнала и емкости между коллектором и базой, которая с возрастанием частоты вызывает всевозрастающую обратную связь, уменьшающую усиление. Для устранения этого эффекта транзистор У5-Т1 действует как усилитель тока, работающий на низкое входное сопротивление каскада с общей базой У5-Т3. Для расширения полосы пропускания используется коррекция каскодного усилителя в цепи эмиттера.

Для повышения устойчивости работы усилителя используются RC-фильтры в эмиттерных цепях схем с общей базой (У5-Р9, У5-С4).

Исследуемые сигналы в обоих каналах поступают на входные делители, построенные по одинаковой схеме (приложение 5, лист 1). Входное сопротивление делителя 50 Ом. Чтобы не возникали отражения при передаче исследуемых сигналов через делитель, его выходное сопротивление также равно 50 Ом. По схемному построению входной делитель представляет П-образный симметричный четырехполюсник (см. рис. 6).

Входной делитель состоит из трех ячеек с коэффициентами деления 1:2 (У1-Р1—У1-Р3), 1:5 (У1-Р4—У1-Р7) и 1:10 (У1-Р8—

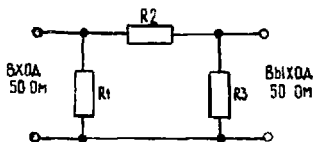


Рис. 6. Схема входного делителя

У1-R10), каждая из которых работает самостоятельно либо соединяется последовательно в зависимости от положения переключателя V/cm.

Варианты коммутации делителя представлены в табл. 2.

Таблица 2

Положения переключателя V/cm	Варианты коммутации			Примечание
	1:2	1:5	1:10	
0,01	—	—	—	Сигнал поступает непосредственно на вход усилителя
0,02	+	—	—	
0,05	—	+	—	
0,1	+	+	—	Ячейки соединяются последовательно
0,2	+	—	+	
0,5	—	+	+	То же
1	+	+	+	То же

С переключателя В1 сигнал поступает на базу транзистора У4-Т7, который совместно с транзисторами У4-Т9, У4-Т11 и У4-Т13 представляет собой фазоинверсный каскодный усилитель (приложение 5, лист 2).

Регулировкой напряжения на базе транзистора У4-Т13 с помощью потенциометра R1 производится смещение луча по вертикали в канале А. Потенциометр У4-Р27 служит для балансировки канала А усилителя.

В канале Б исследуемый сигнал с входного делителя поступает на базу транзистора У4-Т8. На базу транзистора У4-Т14 поступает напряжение смещения, которое регулируется с помощью потенциометра R2. Потенциометр У4-Р41 служит для балансировки канала Б усилителя.

С помощью конденсатора У4-С10 в канале А и У4-С11 в канале Б осуществляется высокочастотная подстройка усилителя.

Оба фазоинверсных каскада работают на общую коллекторную нагрузку У4-Р28 и У4-Р34.

В этом каскаде производится коммутация каналов с помощью диодного коммутатора, выполненного на диодных сборках У4-ДС1 и У4-ДС2.

Переключение каналов управляется триггерной схемой, выпол-

пейной на микросхеме У4-МС2 (2ТК231). С выхода микросхемы управляющие импульсы поступают на усилитель, собранный на транзисторах У4-Т20, У4-Т21, усиливаются и поступают на базы транзисторов У4-Т18 и У4-Т19. Один из транзисторов открывается, другой закрывается. Допустим, что транзистор У4-Т18 открыт, а транзистор У4-Т19 закрыт. Тогда диоды У4-ДС1, У4-Д6 также открыты и весь ток транзисторов У4-Т9, У4-Т11 шунтируется диодами У4-ДС1 и тем самым канал А закрывается. В этот же момент диоды У4-ДС2, У4-Д7 закрыты, ток течет через транзисторы У4-Т10 и У4-Т12 и канал Б открыт. В другой момент канал Б закрывается, а канал А открывается.

Управление режимом коммутатора осуществляется с помощью переключателя У3-В1. В одноканальном режиме работы (А или Б) микросхема У4-МС2 с помощью постоянного напряжения, подаваемого с переключателя на ее входы 2 и 4, переводится в одно из устойчивых состояний в зависимости от того, какой канал открыт.

Кроме того, сигнал запуска шунтируется диодом У4-Д14, который открывается, а сигнал запуска не может попасть на счетный вход микросхемы.

В режиме **ПООЧЕРЕДНО** микросхема У4-МС2 запускается импульсом подсвета.

Сигнал запуска, приходящий с генератора развертки, поступает на усилитель, собранный на микросхеме У4-МС1-1 и У4-МС1-2, усиливается им и через эмиттерный повторитель и диод У4-Д13 поступает на вход триггера У4-МС2, который начинает работать в счетном режиме. Диоды У4-Д14 и У4-Д15 закрыты.

В режиме **ПРЕРЫВИСТО** микросхема У4-МС2 также работает в счетном режиме, запускаясь смешанным сигналом, поступающим одновременно на ее счетный вход с генератора развертки и с мультивибратора, собранного на микросхеме У4-МС3. Питание на мультивибратор подается только в положении **ПРЕРЫВИСТО** переключателя У3-В1. Частота повторения импульсов мультивибратора порядка 500 кГц. В этом режиме диоды У4-Д13—У4-Д15 образуют схему совпадения, которая пропускает сигнал на счетный вход микросхемы только тогда, когда на диодах У4-Д13 и У4-Д15 сигналы присутствуют одновременно. Это происходит только во время рабочего хода развертки. В это время на диод У4-Д13 поступает импульс подсвета, а на диод У4-Д15 с эмиттерного повторителя на транзисторе У4-Т23 импульс мультивибратора. Таким образом, хотя мультивибратор работает в автоколебательном режиме все время, его импульсы на счетный вход микросхемы У4-МС2 могут попасть только во время рабочего хода развертки.

С фазоинверсного каскада сигнал поступает на линию задержки, которая выполнена в виде двухпроводной симметричной линии из кабеля типа РК-75-4-11 и обеспечивает задержку сигнала порядка 80 нс. Волновое сопротивление линии 75 Ом. Для получения лучшего согласования линия задержки в начале (У4-Р28, У4-Р34) и в конце (У5-Р3, У5-Р4) нагружается на резисторы, равные ее волновому сопротивлению.

С линии задержки сигнал поступает на усилитель, который представляет собой симметричный пятикаскадный усилитель, выполненный по каскадной схеме на транзисторах У5-Т1÷У5-Т12, У5-Т14÷У5-Т21 (приложение 5, лист 3).

Для понижения напряжения источников питания отдельные каскады усилителя соединены через стабилитроны У5-Д1÷У5-Д8. Компенсация разброса напряжений стабилизации стабилитронов осуществляется с помощью потенциометров У5-Р17, У5-Р49 и У5-Р65.

Полоса пропускания усилителя корректируется с помощью катушек индуктивности У5-Л1÷У5-Л10.

Искажения импульса, вызванные неравномерностью зависимости затухания от частоты в линии задержки, компенсируются с помощью RC-цепочек в эмиттерных цепях транзисторов (У5-Р5—У5-С2, У5-Р19—У5-С9, У5-Р36—У5-С16, У5-Р56—У5-С25, У5-Р67—У5-С32).

Для обеспечения устойчивости усилителя применены RC-фильтры в эмиттерных цепях схем с общей базой (У5-Р9—У5-С4, У5-Р10—У5-С5, У5-Р26—У5-С12, У5-Р27—У5-С13, У5-Р41—У5-С17, У5-Р42—У5-С19, У5-Р73—У5-С33, У5-Р74—У5-С34).

Выходной сигнал усилителя подается на распределенную систему вертикального отклонения ЭЛТ (приложение 5, лист 4).

В выходном каскаде усилителя также применена индуктивная коррекция (У7-Л1, У7-Л2), которая может изменяться с помощью потенциометров У7-Р4, У7-Р6. Нагрузка оконечного каскада изменением величины резисторов У7-Р2, У7-Р8 подстраивается под волновое сопротивление ЭЛТ, равное 150 Ом.

Сигнал внутренней синхронизации выбирается с помощью переключателя У4-В1 (СИНХР.).

В канале А сигнал синхронизации снимается с эмиттерного повторителя, выполненного на транзисторе У4-Т5.

С выхода фазоинверсного каскада снимается суммарный сигнал обоих каналов, который усиливается усилителем, собранным на транзисторах У4-Т4, У4-Т6. Регулировка У4-Р2 служит для выравнивания уровня выходного сигнала в режимах внутренней синхронизации А и А п Б.

С переключателя У4-В1 сигнал поступает на усилитель внутренней синхронизации, собранный на транзисторах У4-Т1, У4-Т2. Потенциометром У4-Р1 устанавливается уровень выходного сигнала равным нулю. С усилителя внутренней синхронизации сигнал поступает на усилитель синхронизации.

### 4.3. Электронно-лучевой индикатор

В качестве ЭЛТ в осциллографе используется трубка типа 13ЛО105М. В выбранном режиме питания трубки ( $U_k$ =минус 2500 В,  $U_m$ =минус 2700 В,  $U_{пу}=12500$  В) чувствительности отклоняющих пластин равны:

- вертикально отклоняющих — 5 мм/В;
- горизонтально отклоняющих — 0,7 мм/В.

Схема электронно-лучевого индикатора представлена в приложении 5 (лист 4).

Регулировкой напряжения на контактах 4, 5 паяльщи ЭЛТ с помощью потенциометров R32 (АСТИГМ.) и R33 (ФОКУС) соответственно выставляется оптимальная фокусировка луча на экране ЭЛТ.

Регулировкой напряжения на разъеме Ш25 с помощью потенциометра R34 изменяется чувствительность трубки по вертикали.

Регулировкой напряжения с помощью потенциометра У8-Р4 устраняются геометрические искажения.

Изменением напряжения на сетке послеускорения с помощью потенциометра У8-Р2 выставляется равномерный подсвет луча в рабочей части экрана.

Регулировкой потенциометра У8-Р3 изменяют напряжение горизонтальной юстировки луча, центрируя луч по оси X.

Регулировкой потенциометра У8-Р1 осуществляется дополнительная фокусировка луча.

Регулировкой потенциометра У8-Р8 изменяют напряжение вертикальной юстировки луча, центрируя луч по оси Y.

### 4.4. Усилитель импульсов подсвета

Схема усилителя импульсов подсвета формирует прямоугольные импульсы амплитудой около 70 В. Она состоит из предварительного усилителя, собранного по схеме с общей базой на транзисторе У6-Т1, двух эмиттерных повторителей на транзисторах У6-Т2 и У6-Т3 и оконечного усилителя на транзисторах У6-Т4...У6-Т6 (приложение 5, лист 4). На вход усилителя (У6-Т1) поступает импульс отрицательной полярности со схемы генератора разверт-

ки. Усиленный по току сигнал управляет оконечным каскадом через эмиттерные повторители на транзисторах У6-Т2 и У6-Т3.

Выходной каскад выполнен по схеме операционного усилителя с транзисторами разной проводимости. Сигнал с эмиттерного повторителя У6-Т2 поступает на базу транзистора У6-Т4, а с эмиттерного повторителя У6-Т3 — на базу транзистора У6-Т6. В исходном состоянии оба транзистора открыты, не находясь в области насыщения. Отрицательный входной импульс усиливается транзисторами У6-Т4 и У6-Т5, которые работают на открывание, тем самым обеспечивая линейность усиления импульса подсвета, время нарастания которого около 20 нс. Последовательное соединение двух транзисторов 2Т313Б (У6-Т4 и У6-Т5) увеличивает суммарное допустимое напряжение коллектор—эмиттер.

Усилитель на транзисторе У6-Т6 работает на запираание, импульс на его коллекторе несколько запаздывает. Транзистор запирается, формируя плоскую часть импульса подсвета. При передаче заднего фронта импульса подсвета транзистор У6-Т6 открывается, обеспечивая быстрый разряд емкостей. Время спада импульса поэтому получается порядка 40 нс.

Резисторы У6-Р12, У6-Р14 и конденсаторы У6-С6, У6-С7 составляют цепь обратной связи. Конденсатор У6-С6 одновременно служит и для коррекции вершины импульса подсвета в области малых времен.

Диоды У6-Д6—У6-Д9 защищают схему от попадания коротких импульсов с высоковольтного источника питания во время включения и выключения прибора.

#### **4.5. Схема запуска и формирования пилообразного напряжения**

Структурная схема генератора развертки представлена на рис. 7.

4.5.1. Генератор развертки служит для получения калиброванного по времени пилообразного напряжения на экране ЭЛТ. Он состоит из схемы запуска и схемы формирования пилообразного напряжения. Кроме того, для обеспечения стабильной синхронизации до 250 МГц усилитель синхронизации введен прямо в схему генератора развертки.

Схема генератора развертки может работать в ждущем, автоколебательном и однократном режимах, которые фиксируются переключателями ЖДУЩ./АВТ. или РАЗОВЫЙ.

В ждущем режиме запускающий сигнал поступает в компаратор через переключатель входа с входного гнезда при работе от 20



внешнего сигнала, с усилителя вертикального отклонения при внутренней синхронизации и от силового трансформатора при синхронизации частотой питающей сети. Вид запуска выбирается переключателями ВНЕШ./ВНУТР. или СЕТЬ.

В ждущем режиме генератор импульсов запуска, выполненный на двух туннельных диодах, после прихода сигнала синхронизации генерирует отрицательный прямоугольный сигнал, который запускает генератор пилообразного напряжения. Пилообразное напряжение через схему считывания поступает на вход горизонтального усилителя. Оно также подается на схему блокировки и триггер Шмитта. Когда пилообразное напряжение достигает до уровня 10 В, оно переключает триггер Шмитта, который запирает схему запуска на двух туннельных диодах, тем самым предотвращая возможность повторного запуска. После завершения цикла генерирования пилообразного напряжения генератор возвращается в исходное состояние. В то же самое время начинает разряжаться конденсатор блокировки до нулевого уровня. Примерно на уровне 1 В триггер Шмитта переключается в исходное состояние и через схему восстановления готовности развертки подготавливает схему запуска на двух туннельных диодах для прихода следующего запускающего сигнала.

При выборе автоколебательного режима в схему «ИЛИ» через делитель R88, R84 поступает питающее напряжение 150 В и закрывает ее. В схеме «ИЛИ» устанавливается такой режим, что она стоит на грани запираения. Малейшая флуктуация потенциала в схеме восстановления готовности развертки вызывает ее отпирание. Перепад напряжения, получаемый при открывании схемы «ИЛИ», запускает генератор пилообразного напряжения. В конце прямого хода развертки схема восстановления готовности развертки переключается и закрывает схему «ИЛИ». В конце периода блокировки схема восстановления готовности опять переключается, открывает схему «ИЛИ», и начинается новый цикл развертки. Таким образом обеспечивается непрерывный свободный ход развертки. Частота повторения определяется переключателем ВРЕМЯ/сп.

При однократном режиме работы развертки триггер Шмитта ставится в стабильное положение, которое в конце периода пилообразного напряжения не может измениться. Триггер Шмитта можно перевести в другое состояние и подготовить схему развертки для запуска вручную при помощи кнопки ГОТОВ. При нажатии ее триггер Шмитта переключается и подготавливает схему запуска на двух туннельных диодах. О готовности схемы к запуску сигнализирует индикаторная лампочка.

4.5.2. Схема запуска развертки работает следующим образом (приложение 5, лист 5).

При включении внешнего запуска цепь внутренней синхронизации нагружается на сопротивление У9-R19, равное 50 Ом, а при включении внутренней синхронизации цепь внешнего запуска нагружается сопротивлением У9-R27. Если включается запуск от питающей сети, то цепи внешнего и внутреннего запуска нагружаются на сопротивление 50 Ом каждая. Это уменьшает возможность попадания паразитных сигналов в схему генератора развертки. Вид входа (открытый или закрытый) для подачи сигнала синхронизации выбирается переключателем У9-B1-2 («~ /  $\approx$  »).

При закрытом входе запускающий сигнал подается через емкость У9-C3. Она снимает постоянную составляющую запускающего сигнала, а также ослабляет частоты ниже 5 кГц.

Запускающий сигнал от сети представляет собой сигнал переменного напряжения, который поступает с силового трансформатора на вход синхронизации через делитель У9-R4, У9-R5.

В положении «1:1» переключателя ЗАПУСК запускающий сигнал подается непосредственно в схему, а в положении «1:10» ослабляется в 10 раз с помощью делителя У9-R1, У9-R3, У9-R7.

Любой из запускающих сигналов при его выборе для осуществления синхронизации поступает на базу транзистора У9-T2, который совместно с транзистором У9-T1 составляет схему компаратора. На базу транзистора У9-T1 поступает постоянное напряжение, величина которого зависит от положения регулировки УРОВЕНЬ (R38).

В компараторе регулировка УРОВЕНЬ выбирает уровень запуска генератора развертки в любой точке сигнала синхронизации. Пределы регулировки уровня составляют  $\pm 100$  мВ.

Регулировка У9-R13 служит для балансировки компаратора по постоянному току, а также обеспечивает возможность установки нулевого уровня в середине диапазона регулирования регулировки УРОВЕНЬ.

Диоды У9-D1 и У9-D2 служат для защиты входных транзисторов.

На выходе компаратора получаются два парафазных сигнала, которые поступают на дифференциальный усилитель (транзисторы У9-T3 и У9-T4). В коллекторных цепях этого каскада включена схема выбора полярности, выполненная на диодах У9-ДС1. Она управляется переключателем У9-B1-5 («+ / —») и выбирает полярность запускающего сигнала.

При выборе положительного наклона запускающего импульса на коллекторе транзистора У9-T3 потенциал оказывается выше,

чем на базе транзистора У9-Т5, а на коллекторе транзистора У9-Т4 ниже, чем на базе транзистора У9-Т6. Таким образом, диоды У9-ДС1-Д3 и У9-ДС1-Д4 оказываются открытыми для прохождения синхронизирующего сигнала.

При выборе отрицательного наклона запускающего сигнала на коллекторе транзистора У9-Т3 потенциал ниже, чем на базе транзистора У9-Т5, а на коллекторе транзистора У9-Т4 выше, чем на базе транзистора У9-Т6. Диоды У9-ДС1-Д1 и У9-ДС1-Д2 открыты для прохождения синхронизирующего сигнала.

В результате на сопротивление У9-Р29 выделяется напряжение запускающего сигнала и усиливается по напряжению транзисторами У9-Т5 и У9-Т6. Затем запускающий сигнал поступает на транзисторы У9-Т7 и У9-Т8, составляющие часть схемы запуска на двух туннельных диодах.

Когда схема подготовлена для запуска, туннельный диод У9-Д8 находится на низковольтной ветви вольтамперной характеристики (низковольтное состояние) и часть его тока протекает по цепи У9-Р48, У9-Т7, У9-Р39 и У9-Р41. Другая часть тока протекает по цепи У9-Р57, У9-Р58.

Туннельный диод У9-Д9 также находится на низковольтной ветви вольтамперной характеристики, и часть его тока протекает по цепи У9-Р49, У9-Т8, У9-Р39 и У9-Р41. Другая часть тока протекает по цепи У9-Р64, У9-Т14.

Ниже рассматривается один из случаев синхронизации развертки положительным перепадом запускающего сигнала.

Сигнал синхронизации поступает дифференциально на транзисторы У9-Т7 и У9-Т8.

Потенциал, выбранный регулировкой УРОВЕНЬ в положительной области регулировки, передается на базу транзистора У9-Т8 так, что он больше открывается, чем транзистор У9-Т7, и через диод У9-Д9 протекает ток, достаточный для переключения его на высоковольтную ветвь вольтамперной характеристики (высоковольтное состояние). Сигнал же синхронизации на базу транзистора У9-Т8 поступает отрицательной полярности, но его амплитуды недостаточно, чтобы переключить диод У9-Д9 с высоковольтной ветви на низковольтную. На базу транзистора У9-Т7 поступает сигнал положительной полярности.

После переключения диода У9-Д9 в высоковольтное состояние ток, протекающий через него, уменьшается. Происходит перераспределение тока между диодами У9-Д8 и У9-Д9. Через диод У9-Д8 течет больший ток, чем раньше, и с поступлением на базу транзистора У9-Т7 синхронизирующего сигнала положительной полярности транзистор У9-Т7 больше открывается и приращение тока

становится достаточным для переключения диода У9-Д8 в высоковольтное состояние.

Когда диод У9-Д8 переходит в высоковольтное состояние, формируется перепад напряжения отрицательной полярности, который длится до тех пор, пока диод У9-Д8 находится в высоковольтном состоянии. Оба диода в высоковольтном состоянии поддерживают разность потенциалов, которая создается на сопротивлении У9-Р51.

Как только начинается период блокировки, транзистор У9-Т15 открывается, а транзистор У9-Т14 закрывается. При этом ток через диод У9-Д9 уменьшается, он переходит в низковольтное состояние, происходит мгновенное перераспределение токов и диод У9-Д8 также переходит в низковольтное состояние. Формируется положительный перепад напряжения и тем самым оканчивается отрицательный импульс запуска, сформированный двумя переключениями диода У9-Д8.

После завершения периода блокировки транзистор У9-Т14 опять открывается, а транзистор У9-Т15 закрывается. Через диод У9-Д9 начинает течь больший ток, но его недостаточно для переключения его в высоковольтное состояние.

Таким образом, формирование отрицательного персада диодом У9-Д8 от следующего импульса синхронизации возможно только в том случае, если сначала переключится в высоковольтное состояние диод У9-Д9.

Аналогична работа схемы и в случае отрицательного наклона синхронизирующего сигнала.

Отрицательный импульс запуска с диода У9-Д8 поступает на базу транзистора У9-Т11, включенного в дифференциальный каскад с двумя входами, построенного на транзисторах У9-Т11—У9-Т13.

В ждущем режиме синхронизации, который здесь рассматривается, транзистор У9-Т13 заперт. Импульс запуска транзисторам У9-Т11, У9-Т12 преобразуется в дифференциальный сигнал и с коллекторов транзисторов У9-Т11 и У9-Т12 поступает на транзисторы У9-Т16, У9-Т17, усиливается и поступает далее на транзисторы У9-Т18 и У9-Т22. Стабилитроны У9-Д21—У9-Д24 служат для снижения потенциала (приложение 5, лист 6).

Отрицательный импульс запуска, поступающий на транзистор У9-Т18, формирует на коллекторных нагрузках фазоинверсного каскада, собранного на транзисторах У9-Т18 и У9-Т21, импульс подсвета отрицательной полярности и импульс положительной полярности, который используется для запуска коммутатора в вертикальном усилителе.

4.5.3. Ждущий режим работы развертки заключается в следующем.

До прихода импульса запуска на базу транзистора У9-Т22 ток, протекающий через диод У9-Д58, транзистор У9-Т41, времязадающий резистор, транзистор У9-Т23, протекает и через транзистор У9-Т24. С приходом положительного импульса запуска на базу транзистора У9-Т22 он открывается, а транзисторы У9-Т24 и У9-Т25 закрываются и ток транзистора У9-Т23 течет через диод У9-Д32 и становится зарядным током времязадающего конденсатора выбранной длительности развертки. Источник тока для заряда времязадающего конденсатора должен иметь достаточно большое выходное сопротивление, а величина тока должна быть постоянной. Это обеспечивается примененной схемой, поддерживающей постоянство разности потенциалов на концах времязадающего сопротивления и постоянство величины зарядного тока. Постоянство тока обеспечивается включением транзистора У9-Т23 по схеме с общей базой и постоянством базового напряжения, заданного точным делителем, состоящим из сопротивлений У9-Р127 и У9-Р128.

Диод Д56 обеспечивает компенсацию смещения база—эмиттер транзистора Т39. Напряжение на базе транзистора Т39 задается точным делителем (приложение 5, лист 7).

Пилообразное напряжение подается на затвор транзистора У9-Т28. Транзисторы У9-Т28, У9-Т29, У9-Т32, У9-Т34, У9-МС3-3 и У9-МС3-4 составляют схему считывания развертки. Высокое входное сопротивление эмиттерного повторителя на транзисторе У9-МС3-3 обеспечивает следование напряжения стока, транзистора У9-Т34 с точностью до 1% за потенциалом затвора. Транзистор У9-Т28, включенный истоковым повторителем, имеет коэффициент передачи, близкий к 1. Пилообразное напряжение подается на базу транзистора У9-МС3-3 через конденсатор У9-С51, чтобы снять постоянную составляющую сигнала.

Восстановление постоянного уровня пилообразного напряжения осуществляется компаратором на транзисторах У9-Т29, У9-Т34. На затвор транзистора У9-Т29 пилообразное напряжение поступает через У9-Р137 и У9-С46, а на затвор транзистора У9-Т34 через конденсатор У9-С52 с истока транзистора У9-Т28 и через сопротивление У9-Р167 с эмиттера транзистора У9-МС3-4.

Результирующее напряжение на истоке транзистора компаратора У9-Т34 восстанавливает постоянное составляющее пилообразное напряжение на базе транзистора У9-МС3-3.

Пилообразное напряжение через сопротивления У9-Р175, У9-Р176 и конденсатор У9-С61 поступает на вход усилителя горизонтального отклонения.

Транзисторы У9-Т37 и У9-МС4-3 являются эмиттерными повторителями с разной проводимостью для улучшения термостабильности каскада и служат развязкой схемы считывания пилообразного напряжения от схемы блокировки и триггера Шмитта. Когда пилообразное напряжение генератора развертки достигает уровня около 8 В, диод У9-Д44 открывается и напряжение на базе транзистора У9-Т31 тоже возрастает, триггер опрокидывается, когда напряжение на базе возрастает до уровня 10 В. Положительный перепад напряжения на коллекторе транзистора У9-Т27 при опрокидывании триггера поступает на базу транзистора У9-Т15 схемы восстановления готовности развертки. Транзистор У9-Т15 открывается, а транзистор У9-Т14 закрывается. При этом резко уменьшается ток через диоды У9-Д8 и У9-Д9. Оба диода переключаются в низковольтное состояние, завершается формирование импульса запуска, т. е. формируется его задний фронт. Сразу отпираются транзисторы У9-Т24 и У9-Т25 и ток заряда течет опять через транзистор У9-Т24. Диод У9-Д32 запирается, а времязадающий конденсатор разряжается через открытый транзистор У9-Т25.

Положительный перепад напряжения на коллекторе транзистора У9-Т27 вызывает ток через сопротивление У9-Р139 и отпирает транзистор У9-Т26, который способствует быстрому разряду времязадающего конденсатора, укорачивая обратный ход развертки.

С возрастанием пилообразного напряжения диод У9-Д55 отпирается и конденсатор блокировки заряжается. При прекращении роста пилообразного напряжения и разряде времязадающего конденсатора диод У9-Д55 запирается и конденсатор блокировки начинает разряжаться через транзистор У9-МС4-4 и сопротивление У9-Р188.

Пилообразное напряжение через эмиттерные повторители, собранные на транзисторах разной проводимости (У9-Т35 и У9-МС4-1) для улучшения термостабильности каскада, поступает на триггер Шмитта. Конденсатор блокировки, зарядившийся ранее до 10 В, разряжается до нуля.

На уровне напряжения около 5 В на эмиттере транзистора У9-МС4-1 и на аноде диода У9-Д38 устанавливается напряжение, примерно равное нулю. При этом диод У9-Д38 запирается, и ток, протекавший через сопротивление У9-Р142 и диод У9-Д38, потечет через диод У9-Д34, уменьшая отпирающее напряжение на базе транзистора У9-Т26. Транзистор У9-Т26 запирается примерно посередине времени блокировки. Это нужно для того, чтобы гарантировать полное запираение транзистора У9-Т26 к началу нового цикла формирования пилообразного напряжения.

В течение длительности развертки транзистор У9-Т27 закрыт, диод У9-Д33 открыт, а конденсатор У9-С42 заряжен до уровня минус 0,6 В и запирает транзистор У9-Т26. При опрокидывании триггера Шмитта в результате нарастания пилообразного напряжения развертки до уровня 10 В напряжение коллектора транзистора У9-Т27 скачком увеличивается до 6 В и отпирает транзистор У9-Т26. Однако транзистор У9-Т26 отпирается не мгновенно, а с задержкой на время разряда конденсатора У9-С42. Это условие гарантирует, что разряд времязадающего конденсатора не начнется прежде, чем импульс запуска не закончится и не выключит схему интегратора, т. е. пока не откроются транзисторы У9-Т24 и У9-Т25. В противном случае в конце нарастания пилообразного напряжения может иметь место нелинейность.

Между тем пилообразное напряжение блокировки на эмиттере транзистора У9-МС4-1 уменьшается и, достигнув примерно уровня 1 В, вызывает ток в цепи сопротивлений У9-Р146, У9-Р151, У9-Р152, который вызывает уменьшение напряжения на базе транзистора У9-Т31, что приводит к опрокидыванию триггера Шмитта в исходное состояние. На коллекторе транзистора У9-Т27 напряжение падает до 2 В, что, в свою очередь, возвращает в исходное состояние схему восстановления готовности развертки, транзистор У9-Т15 запирается, а транзистор У9-Т14 открывается, и через диод У9-Д9 опять начинает протекать большой ток, обеспечивающий состояние готовности диода У9-Д9 к переходу в высоковольтное состояние с приходом нового синхронизирующего сигнала.

4.5.4. В автоколебательном режиме работы на сопротивление У9-Р88 поступает напряжение 150 В и в цепи У9-Р88 протекает ток, который соответствует приоткрыванию транзистора У9-Т13. Малейшее изменение напряжения на коллекторе транзистора У9-Т14 будет вызывать отпирание транзистора У9-Т13, что равносильно подаче импульса запуска на базу транзистора У9-Т11 и вышерассмотренному принципу генерирования развертки.

Разница будет только в том, что как только в результате разряда конденсатора блокировки триггер Шмитта вернется в исходное состояние и на базу транзистора У9-Т14 воздействует запирающий перепад напряжения с коллектора транзистора У9-Т27, перепад напряжения в коллекторе транзистора У9-Т14, в коллекторах транзисторов У9-Т11 и У9-Т13 вызовет формирование нового импульса для запуска развертки. Схема входит в автоколебательный режим работы.

Импульс запуска с диода У9-Д8 поступает на базу транзисторов У9-Т11. Поступивший на базу транзистора У9-Т11 импульс запуска

вызовет на его коллекторе и на коллекторе транзистора У9-Т13 дифференциальный импульс для запуска генератора развертки.

4.5.5. При включении однократного режима напряжение на диоде Д35 становится порядка 15 В. Диод У9-Д35 открывается, диод У9-Д39 закрывается, и таким образом исключается возможность триггера Шмитта вернуться в исходное состояние благодаря воздействию разряжающегося конденсатора блокировки. В соответствии с положением триггера Шмитта транзистор У9-Т14 находится в запертом состоянии, т. е. диоды У9-Д8 и У9-Д9 находятся в низковольтном состоянии и не могут быть переведены в высоковольтное без воздействия тока подготовки, поступающего через транзистор У9-Т14.

При этом транзистор У9-Т9 также заперт и лампа Л2 не горит. При нажатии кнопки ГОТОВ отрицательный импульс поступает на диод Д35. Этот перепад напряжения запирает диод У9-Д35, и триггер Шмитта переходит в исходное состояние. Транзистор У9-Т14 открывается, подавая ток подготовки в диоды У9-Д8 и У9-Д9. Одновременно транзистор У9-Т9 открывается и загорается лампа Л2, сигнализируя о готовности схемы прогенерировать один пилообразный импульс. Лампа Л2 горит в течение времени подготовки и формирования пилообразного напряжения. Она погаснет, когда генератор развертки запустится внешним или внутренним импульсом запуска и опрокинет триггер Шмитта. При этом транзистор У9-Т9 тоже закроется, на сопротивление У9-Р43 упадет меньшее напряжение, так как транзистор У9-Т9 не будет уже шунтировать сопротивление У9-Р45 и лампа Л2 погаснет.

Лампа Л2 действует во всех режимах работы генератора развертки, но основное ее назначение индцировать готовность к запуску схемы генератора развертки в однократном режиме.

#### 4.6. Усилитель горизонтального отклонения

4.6.1. Структурная схема усилителя горизонтального отклонения представлена на рис. 8.

Пилообразное напряжение на вход усилителя горизонтального отклонения поступает прямо (переключатель РАСТЯЖКА в положении «Х10») или через делитель 1:10 (переключатель РАСТЯЖКА в положении ОТКЛ.). Ослабление входного пилообразного напряжения в 10 раз соответствует получению номинальных коэффициентов развертки, указанных на переключателе ВРЕМЯ/сп. В положении «Х10» переключателя РАСТЯЖКА входной пилообразный сигнал амплитудой 250 мВ ограничивается на уровне 100 В, а крутизна увеличивается в 10 раз.



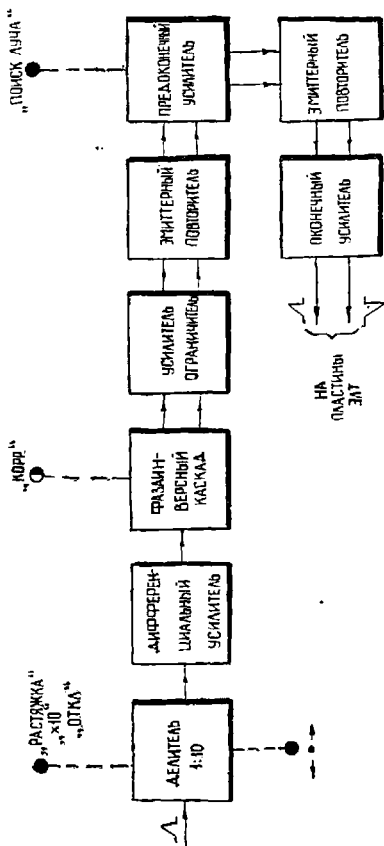


Рис. 8. Структурная схема усилителя X

С делителя пилообразное напряжение поступает на вход дифференциального усилителя и далее — на фазоинверсный каскад, в котором несимметричный сигнал преобразуется в парафазный. В этом каскаде с помощью регулировки КОПП, обеспечивается подстройка коэффициента усиления каскада, а тем самым и коэффициентов развертки при эксплуатации.

Далее сигнал поступает на усилитель-ограничитель, который ограничивает пилообразное напряжение при смещении в крайнем положении и при растяжке.

При нажатии кнопки ПОИСК ЛУЧА, расположенной в предоконечном каскаде, линия развертки выводится в пределы рабочей части экрана.

Выходной каскад обеспечивает усиление пилообразного напряжения до величин, необходимых для возбуждения горизонтально отклоняющих пластин ЭЛТ.

4.6.2. Принципиальная схема усилителя горизонтального отклонения работает следующим образом (приложение 5, лист 8).

Пилообразное напряжение поступает на вход дифференциального каскада через переключатель У11-В1 (РАСТЯЖКА). В положении «Х10» этого переключателя пилообразное напряжение поступает прямо на дифференциальный усилитель, собранный на транзисторах У11-МС1-1, У11-МС1-2, У11-Т2 и У11-Т3. В положении ОТКЛ. переключателя У11-В1 входной сигнал поступает через делитель 1:10, собранный на резисторах У11-Р1—У11-Р5. В этом же каскаде осуществляется смещение луча по горизонтали изменением напряжения на базе транзистора У11-МС1-1 с помощью потенциометров R43-1 и R43-2.

Для устранения температурного дрейфа уровня выходного напряжения дифференциальный каскад усилителя выполнен на микросхеме У11-МС1, представляющей собой транзисторную сборку, транзисторы которой имеют почти идентичные характеристики.

Потенциометр У11-Р22 служит для установки в контрольной точке Кт-1 такого потенциала, при котором электронный луч, выведенный в центр экрана ЭЛТ ручкой «←→», не смещался бы при изменении положения переключателя РАСТЯЖКА.

Фазоинверсный каскад выполнен на транзисторах У11-Т5, У11-Т6 по схеме усилителя с общим эмиттером. В эмиттерной цепи каскада находится регулировка КОПП. (У11-Р32), обеспечивающая подстройку коэффициента усиления усилителя. Здесь же осуществляется частичное ограничение амплитуды пилообразного напряжения при смещении и при включенной растяжке.

Полупроводниковые стабилитроны У11-Д1—У11-Д4 понижают потенциал выхода фазоинверсного каскада на 15 В, не ослабляя

сигнал пилообразной формы. Для выравнивания потенциалов в обоих плечах усилителя предназначен потенциометр У11-Р38.

Каскад усилителя-ограничителя выполнен на транзисторах У11-Т7 и У11-Т8. Каскад ограничивает пилообразное напряжение при смещении луча в крайние положения и при растяжке.

Эмиттерные повторители выполнены на транзисторах У11-Т9, У11-Т10.

Предоконечный каскад выполнен на транзисторах У11-Т11 и У11-Т12, включенных по схеме с общим эмиттером. В этом каскаде расположена кнопка ПОИСК ЛУЧА, при нажатии которой эмиттерные цепи подключаются к источнику питания через дополнительное сопротивление 15 кОм (У11-Р53). При этом ток через транзисторы уменьшается, они закрываются. Одновременно закрываются транзисторы оконечного каскада. Потенциал на выходе схемы становится одинаковым, и луч выводится в центр экрана.

В эмиттерной цепи каскада находятся регулировки линейности пилообразного напряжения (подстроечный конденсатор У11-С22 и резистор У11-Р66), коммутируемые с помощью реле У11-Р1.

Выходной каскад выполнен по схеме операционного усилителя на транзисторах У11-Т16, У11-Т17, У11-Т21—У11-Т24 с вспомогательными каскадами (эмиттерные повторители на микросхеме У11-МС2 и транзисторах У11-Т11 и У11-Т12).

Эмиттерные повторители на транзисторах У11-Т16 и У11-Т17 обеспечивают режим по постоянному току транзисторам операционного усилителя У11-Т21 и У11-Т24, а также разделяют их базовые цепи от предоконечного усилителя.

Эмиттерные повторители на транзисторах микросхемы У11-МС2-1 и У11-МС2-2 служат для разделения цепей баз транзисторов У11-Т22 и У11-Т23 от цепи предоконечного усилителя.

Эмиттерные повторители на транзисторах У11-МС2-3 и У11-МС2-4 обеспечивают постоянство режима предоконечного каскада при изменении тока в цепи обратной связи операционного усилителя.

Нагрузкой оконечного усилителя служит транзистор противоположной проводимости.

Цепь обратной связи операционного усилителя состоит из сопротивлений У11-Р89, У11-Р96 и конденсаторов У11-С36 и У11-С38 для плеча с сигналом отрицательной полярности, сопротивлений У11-Р88, У11-Р95 и конденсаторов У11-С35, У11-С37 для плеча с сигналом положительной полярности. Подстроечные конденсаторы У11-С35 и У11-С36 служат для регулировки линейности на больших скоростях пилообразного напряжения (2 и 5 нс/см). Линейность в конце развертки этих диапазонов регулируется подстроеч-

ным конденсатором У11-С42, а также цепью У11-Р87, У11-С31, У11-С34.

В операционном усилителе используются транзисторы с противоположной проводимостью типа 2Т602Б (п-р-п проводимость), 2Т914 (р-п-р проводимость). Последовательное соединение транзисторов (У11-Т22 и У11-Т25, У11-Т23 и У11-Т26) увеличивает суммарное допустимое напряжение коллектор—эмиттер.

На медленных развертках операционный усилитель работает как обычный усилитель с активной нагрузкой в коллекторной цепи. При больших скоростях разверток величина входных сигналов, поступающих через У11-С33 и У11-С32 на базы У11-Т22 и У11-Т23, увеличивается. Транзистор У11-Т24 открывается больше, создавая малое сопротивление для разряда емкостей коллекторной цепи (собственные емкости и емкости пластин ЭЛТ), транзистор У11-Т22 открывается сильнее, обеспечивая низкоомный источник тока для заряда емкостей пластин. Во время обратного хода луча развертки процессы проходят наоборот: транзисторы У11-Т21 и У11-Т25 открываются сильнее, а ток через транзисторы У11-Т22 и У11-Т24 уменьшается.

#### 4.7. Калибратор

Калибратор обеспечивает получение на выходе калиброванного по амплитуде и частоте (периоду) напряжения, имеющего форму «меандра».

Кварцевый генератор калибратора собран на транзисторах У12-Т1 и У12-Т2 и работает на частоте 100 кГц (приложение 5, лист 9).

Сигнал с коллектора транзистора У12-Т1 подается на усилитель (транзистор У12-Т3). Усиленный сигнал поступает на стабилитрон У12-Д2, который работает в импульсном режиме, и далее на эмиттерный повторитель (транзистор У12-Т4). Нижний уровень сигнала на коллекторе транзистора У12-Т3 имеет отрицательный потенциал и закрывает транзистор У12-Т4. Формируется нулевой уровень выходного сигнала на выходе схемы. Верхний уровень сигнала определяется напряжением стабилизации стабилитрона У12-Д2.

На выход сигнал снимается с делителя У12-Р11—У12-Р13, который одновременно является нагрузкой эмиттерного повторителя. Амплитуда сигнала устанавливается потенциометром У12-Р11.

## 4.8. Генератор импульсов

4.8.1. Структурная схема генератора представлена на рис. 9. Генератор состоит из:

- задающего генератора, вырабатывающего импульсы прямоугольной формы;
- схемы формирования импульса запуска, предназначенной для запуска генератора на туннельном диоде;
- схемы формирования импульса сброса, предназначенной для возвращения генератора на туннельном диоде в исходное состояние;
- генератора на туннельном диоде, предназначенного для формирования импульса с временем нарастания не более 0,5 нс;
- усилителя импульсов синхронизации, выдающего импульс синхронизации для запуска внешних устройств.

4.8.2. Задающий генератор выполнен на микросхеме У16-МС1 (приложение 5, лист 11). Он выдает импульсы прямоугольной формы, частота следования которых определяется емкостью конденсаторов У16-С1 и У16-С2. С выхода генератора импульсы отрицательной полярности через эмиттерный повторитель на транзисторе У16-Т2 поступают на схему формирования импульса запуска и на схему формирования импульса сброса.

Схема формирования импульса запуска выполнена на транзисторах У16-Т3—У16-Т6. В исходном состоянии транзистор У16-Т3 открыт и находится в состоянии, близком к насыщению. Величина коллекторного тока поддерживается постоянной с помощью источника тока на транзисторе У16-Т4. Для повышения его стабильности

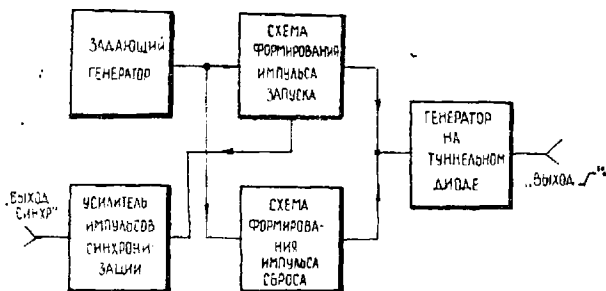


Рис. 9. Структурная схема генератора импульсов

используется температурная компенсация с помощью диода У16-Д4. Подстройка тока осуществляется потенциометром У16-Р9.

С приходом отрицательных импульсов с задающего генератора транзистор У16-Т3 закрывается и начинается заряд постоянным током емкости У16-С7. Напряжение заряда конденсатора линейно. Из-за наличия сопротивления У16-Р15 напряжение имеет начальный скачок, который через диод У16-Д2 поступает на усилитель импульсов синхронизации и усиливается. Так как транзистор У16-Т6 закрыт и открывается только тогда, когда напряжение на конденсаторе У16-С7 возрастает до величины, необходимой для его открывания, импульс синхронизации опережает основной импульс генератора. Величина задержки между импульсами изменяется с помощью потенциометра У16-Р28.

Когда транзистор У16-Т6 открывается, сигнал поступает на диодный ограничитель У16-Д5. Дроссель У16-Др2 и сопротивление У16-Р26 корректируют форму запускающего сигнала.

В исходном состоянии рабочая точка туннельного диода Д18 находится на низковольтной ветви вольтамперной характеристики. Величина его тока близка к пиковому току диода и регулируется потенциометром У16-Р13. С приходом импульса со схемы запуска диод переключается на высоковольтную ветвь вольтамперной характеристики. Время нарастания выходного импульса генератора определяется временем переключения туннельного диода. Вершина выходного импульса определяется формой запускающего импульса.

Для возвращения рабочей точки в исходное состояние используется схема сброса, состоящая из дифференцирующей цепочки У16-Р8, У16-С5, ограничивающего диода У16-Д3 и усилителя импульса сброса на транзисторе У16-Т5.

Импульсы задающего генератора дифференцируются и подаются на диод У16-Д3, который пропускает только импульсы положительной полярности, соответствующие заднему фронту запускающего импульса. Они открывают транзистор У16-Т5, усиливаются, поступают на туннельный диод Д18 и возвращают его в исходное состояние.

#### **4.9. Низковольтные источники питания**

4.9.1. Источники питания обеспечивают работу прибора при питании его от сети переменного тока частотой 50 Гц, напряжением  $220 \text{ В} \pm 10\%$ , частотой 400 Гц, напряжением  $220 \text{ В} \pm 5\%$  и  $115 \text{ В} \pm 5\%$  переключением части витков первичной обмотки трансформатора Тр1 переключателями В7 и В8.

Напряжения и токи, выдаваемые источником питания, и их основные параметры указаны в табл. 3.

Таблица 3

Выходное напряжение, В	Ток нагрузки, мА	Амплитуда напряжения пульсации (от пика до пика), мВ	Суммарная нестабильность выходного напряжения, %
+150	100	30,00	1,5
+ 35	350	7,00	1,5
+ 15	650	3,00	1,5
-12,6	950	2,52	1,5
-100	85	20,00	1,5

4.9.2. Все источники стабилизированного напряжения построены по типовой схеме полупроводникового компенсационного стабилизатора с последовательно включенным регулирующим элементом (приложение 5, лист 10).

В качестве регулирующего элемента использован составной транзистор.

Воздействие на регулирующий элемент осуществляется через цепь отрицательной обратной связи, в которую входят усилитель постоянного тока (УПТ), источник опорного напряжения и делитель обратной связи.

В качестве УПТ используется операционный усилитель на микросхеме 140УД1А, что позволяет уменьшить температурную нестабильность и амплитуду пульсации выходного напряжения стабилизатора.

Для питания УПТ всех стабилизаторов используются напряжения минус 6,3 и 6,3 В, которые снимаются со стабилизаторов У14-Д5 и У14-Д11 2С156А. Опорное напряжение для источников одной полярности является общим. Для источников 150, 35 и 15 В опорное напряжение снимается со стабилизатора У14-Д9 типа Д818Г, а для источников минус 12,6 и минус 100 В — со стабилизатора У14-Д6.

4.9.3. Для разряда емкостей фильтров выпрямителей служат резисторы У13-Р1—У13-Р3, R47, R48, R50.

4.9.4. Для уменьшения коэффициента усиления УПТ на более высокой частоте, чем частота напряжения пульсации, применены корректирующие RC-цепочки:

У14-Р3—У14-С2 и У14-Р9—У14-С5 — в источнике 150 В,

У14-Р12—У14-С7 и У14-Р18—У14-С10 — в источнике 35 В.

У14-Р23—У14-С12 и У14-Р29—У14-С15 — в источнике 15 В,  
У14-Р34—У14-С17 и У14-Р38—У14-С19 — в источнике минус  
12,6 В,

У14-Р42—У14-С21 и У14-Р47—У14-С23 — в источнике минус  
100 В.

4.9.5. Емкости У14-С1, У14-С3, С15 (в источнике 150 В),  
У14-С6, У14-С8, У15-С1, У15-С2 (в источнике 35 В),  
У14-С11, У14-С13, У15-С3, У14-С4 (в источнике 15 В),  
У14-С16, У14-С18, У15-С5, У15-С6 (в источнике минус 12,6 В),  
У14-С20, У14-С22, У15-С7, У15-С8 (в источнике минус 100 В)  
служат для повышения устойчивости работы стабилизаторов.

4.9.6. Дiodы У14-Д1—У14-Д4, У14-Д7, У14-Д8, У14-Д12—  
У14-Д15 защищают вход УПТ от перегрузок при переходных про-  
цессах.

4.9.7. Защиту по току регулирующих транзисторов Т7—Т10,  
Т12—Т14 при коротком замыкании на выходе стабилизаторов обес-  
печивают быстродействующие предохранители ВП1-1, У14-Пр1—  
У14-Пр5, а защиту по напряжению — стабилитроны Д1, Д6, Д11.

Защита трансформатора при коротком замыкании на обмотках  
обеспечивается предохранителем Пр1 типа ВП1-1 на 1 А при на-  
пряжении сети 115 В 400 Гц, 220 В 50 Гц и на 0,5 А при напряже-  
нии сети 220 В 400 Гц.

Ограничение тока в первичной цепи Тр1 при включении прибо-  
ра осуществляется с помощью резистора R3 и емкости С28.

4.9.8. Напряжение на вход стабилизатора источника 150 В по-  
ступает с выпрямителя (У13-Д1—У13-Д4) и сглаживающего  
фильтра С13, С14.

Регулирующий элемент выполнен на транзисторах У14-Т1—  
У14-Т3 и Т7.

Резистор R46 ограничивает ток через регулирующий транзистор  
Т7 при включении напряжения сети и при коротком замыкании на  
выходе стабилизатора.

Установка выходного напряжения производится с помощью по-  
тенциометра У14-Р6.

4.9.9. Входное напряжение на стабилизатор источника 35 В сни-  
жается с выпрямителя У13-Д5—У13-Д8 и сглаживающего фильтра  
С16, С17.

Регулирующий элемент выполнен на транзисторах У14-Т4,  
У14-Т5 и Т8.

Установка выходного напряжения производится с помощью ре-  
зистора У14-Р15.

4.9.10. Напряжение на вход стабилизатора источника 15 В по-



стует с выпрямителя на диодах Д2—Д5 и сглаживающего фильтра С19.

Регулирующий элемент выполнен на транзисторах У14-Т6, У14-Т7 и Т9.

Установка выходного напряжения производится с помощью резистора У14-Р26.

4.9.11. Входное напряжение на стабилизатор источника минус 12,6 В снимается с выпрямителя на диодах Д7—Д10 и сглаживающего фильтра С22, С23.

Регулирующий элемент выполнен на транзисторах У14-Т8, Т10.

Установка выходного напряжения производится с помощью резистора У14-Р36.

4.9.12. Входное напряжение на стабилизатор источника минус 100 В снимается с выпрямителя У13-Д9—У13-Д12 и сглаживающего фильтра С24.

Регулирующий элемент выполнен на транзисторах У14-Т9 и Т12.

Резистор R49 ограничивает ток через регулирующий транзистор Т12 при включении напряжения сети и при коротком замыкании на выходе стабилизатора.

Установка выходного напряжения производится с помощью резистора У14-Р45.

#### 4.10. Высоковольтный источник питания

4.10.1. Высоковольтный источник питания выдает стабилизированные регулируемые напряжения для питания катода ( $U_K$ ), модулирующего электрода ( $U_M$ ) и послеускоряющего электрода ( $U_{пу}$ ) ЭЛТ осциллографа.

Структурная схема высоковольтного источника питания представлена на рис. 10.

Высоковольтный источник состоит из следующих основных узлов:

- низковольтного стабилизатора,
- преобразователя напряжения,
- высоковольтных выпрямителей.

Низковольтный стабилизатор обеспечивает стабилизацию всех выходных напряжений от изменения входного напряжения ( $U_{вх}$ ) при изменении нагрузки выпрямителя катода и регулировку выходных напряжений преобразователя. Он выполнен по схеме компенсационного стабилизатора и состоит из усилителя напряжения обратной связи (УОС) и регулирующего элемента (РЭ).

Преобразователь напряжения осуществляет преобразование постоянного стабилизированного напряжения величиной  $20 \pm 2$  В в переменное напряжение с частотой  $16 \pm 1$  кГц.

Высоковольтные выпрямители напряжения служат для выпрямления и умножения напряжений, снимаемых со вторичных обмоток трансформатора У17-Тр1.

С выхода высоковольтного выпрямителя питания катода снимается напряжение обратной связи и через высоковольтный делитель подается на вход усилителя обратной связи низковольтного стабилизатора.

При отклонении выходного напряжения выпрямителя катода  $U_k$  от номинального значения изменится напряжение обратной связи  $U_{ос}$  на входе УОС. Изменение напряжения усиливается УОС и поступает на РЭ, изменяя его внутреннее сопротивление.

Фаза управляющего напряжения такова, что при возрастании выходного напряжения  $U_k$  падение напряжения на РЭ возрастает и это ведет к уменьшению выходного напряжения. При уменьшении выходного напряжения  $U_k$  падение напряжения на РЭ уменьшается и это ведет к увеличению выходного напряжения.

4.10.2. УОС выполнен по схеме составного транзистора на транзисторах У17-УЗ-Т3 и У17-УЗ-Т2 (приложение 5, лист 12). Для защиты транзистора У17-УЗ-Т3 служит стабилитрон У17-УЗ-Д2 и диод У17-УЗ-Д3. Для питания УОС используется вспомогательное напряжение минус 100 В от стабилизированного источника питания осциллографа.

4.10.3. РЭ выполнен по схеме составного транзистора на транзисторах У17-УЗ-Т1, Т13 и Т14.

Транзисторы Т13 и Т14 вынесены за пределы блока на радиатор на задней стенке осциллографа.

Для увеличения коэффициента стабилизации и уменьшения температурной и временной нестабильности в цепь обратной связи стабилизатора включен опорный источник напряжения постоянного тока напряжением 150 В.

Регулировка выходных напряжений преобразователя в заданных пределах производится путем изменения опорного напряжения, снимаемого с движка потенциометра У17-УЗ-Р6, включенного в цепь делителя напряжения У17-УЗ-Р6, У17-УЗ-Р7, У17-УЗ-Р8.

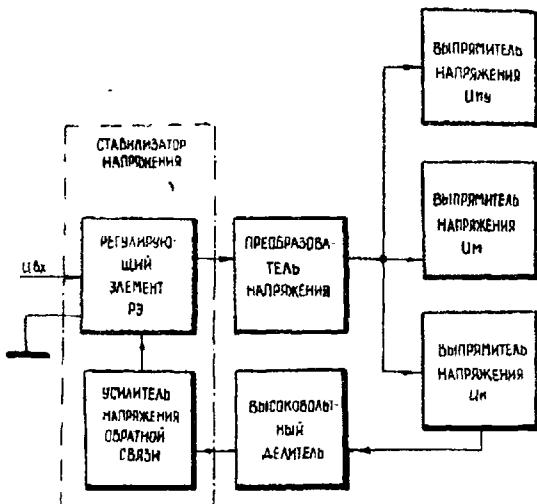
Регулировка потенциометра У17-УЗ-Р6 выведена под шлиц на крышке экрана блока.

Входное напряжение стабилизатора ( $U_{вх}$ ) минус 30 В поступает с низковольтного блока питания осциллографа.

4.10.4. Преобразователь напряжения состоит из задающего генератора и усилителя мощности. Задающий генератор выполнен по

двухтактной схеме на транзисторах У17-У2-Т2 и У17-У2-Т1 с насыщающимся трансформатором У17-У2-Тр1.

Обмотки трансформатора размещены на ферритовом кольце. Питание задающего генератора осуществляется от низковольтного источника питания осциллографа 35 В. Задающий генератор выдает напряжение прямоугольной формы со скважностью импульсов  $\sim 0,5$ , частотой  $16 \pm 1$  кГц. Частоту повторения импульсов можно регулировать с помощью потенциометра У17-У2-Р5.



**Рис. 10. Структурная схема высоковольтного блока питания**

Усилитель мощности преобразователя напряжения собран по схеме с общим коллектором на транзисторе У17-Т1. Нагрузкой усилителя является первичная обмотка высоковольтного трансформатора У17-Тр1. Обмотки трансформатора размещены на Ш-образном ферритовом сердечнике сечением  $12 \times 15$  мм. Катушка трансформатора секционная, что обеспечивает минимальную собственную емкость. Трансформатор имеет две вторичные повышающие

обмотки: для питания выпрямителей катода, послеускоряющего электрода и выпрямителя модулирующего электрода ЭЛТ.

Дроссели У17-У1-Др1, У17-У1-Др2 и емкость У17-С1 служат сглаживающим фильтром высокочастотных колебаний. Усилитель мощности питается от низковольтного стабилизатора блока.

4.10.5. Высоковольтные выпрямители выполнены по схеме умножения напряжения.

В качестве вентилярных элементов используются малогабаритные кремниевые столбы У17-Д11—У17-Д14 (в выпрямителях катода и модулирующего электрода) и У17-Д1—У17-Д9, У17-Д15 (в выпрямителе послеускоряющего электрода).

Выпрямитель питания модулирующего электрода ЭЛТ имеет подрегулировку выходного напряжения с помощью потенциометра У17-Р9 (КОРР. ЯРК.).

Для уменьшения пульсации выходных напряжений в выпрямителях катода и модулирующего электрода применены П-образные RC-фильтры, а в выпрямителе послеускоряющего электрода — Г-образный RC-фильтр.

#### 4.11. Конструкция осциллографа

Осциллограф выполнен в каркасе, состоящем из двух литых рам и двух боковых стяжек, на которых установлена переносная ручка 5 (рис. 11). Для удобства работы с осциллографом ручка может служить подставкой. Чтобы установить ручку в нужное положение, необходимо одновременно нажать с обеих сторон на ее основания и повернуть.

В качестве обшивы применены две П-образные алюминиевые крышки.

Монтаж выполнен в основном на платах печатного монтажа. Подсоединение ППМ осуществляется с помощью одноконтактных и многоконтактных разъемов.

Охлаждение осциллографа принудительное.

Конструкция и расположение основных узлов прибора показаны на рис. 11, 12, 13.


Основные узлы прибора:

- электронно-лучевая трубка 7 (рис. 11),
- силовой трансформатор 8 (рис. 11),
- радиатор с транзисторами питания осциллографа и с платой стабилизаторов,
- высоковольтный блок питания 11 (рис. 12),

- линия задержки 12 (рис. 11),
- ППМ калибратора У12,
- аттенюаторы,
- ППМ коммутатора У4—15 (рис. 12),
- ППМ усилителя вертикального отклонения У5,
- ППМ усилителя импульсов подсвета У6—17 (рис. 12),
- ППМ генератора развертки У9—18 (рис. 12),
- ППМ генератора импульсов У16,
- ППМ усилителя Х У11,
- счетчик времени наработки ЭСВ-2,5-12,6/0.

На лицевой панели осциллографа расположены следующие органы управления и регулировки (рис. 13):

ВКЛ., ОТКЛ.	— служит для включения калибратора;
ВЫХОД	— выходное гнездо сигнала калибратора;
РЕЖИМ	— переключатель, выбирающий режим работы коммутатора. В положении А работает только канал А, в положении Б — только канал Б. В положении ПООЧЕРЕДНО и ПРЕРЫВИСТО обеспечивается двухканальный режим работы;
↑ ↓ V/cm	— служит для перемещения изображения сигнала по вертикали;
	— для выбора калиброванного коэффициента отклонения по вертикали;
ВХОД А	— входное гнездо канала А усилителя вертикального отклонения;
СИНХР., А, А и Б	— для выбора синхронизирующего сигнала при работе в режиме внутренней синхронизации. В положении А синхронизация осуществляется сигналом канала А, а в положении А и Б — сигналом любого из каналов;
ВХОД Б	— входное гнездо канала Б усилителя вертикального отклонения;
ПИТАНИЕ ПРИБОРА	— разъем для подключения выносного активного пробника и подачи на него питающих напряжений;

ПОИСК ЛУЧА	— для вывода луча по горизонтали и по вертикали в центр шкалы;
ШКАЛА	— регулирует яркость освещения шкалы на экране трубки;
АСТИГМ.	— служит для обеспечения оптимальной формы пятна на экране трубки;
ФОКУС	— служит для обеспечения оптимального размера пятна на экране трубки;
ЯРКОСТЬ	— служит для обеспечения необходимой яркости изображения исследуемого сигнала;
ГОТОВ	— кнопка подготовки к однократному запуску восстанавливает готовность схемы к следующему запуску. О готовности схемы к следующему запуску сигнализирует лампочка, расположенная на лицевой панели прибора;
ВХОД	— гнездо для подачи сигнала внешней синхронизации;
ВЫХОД 	— гнездо для выдачи импульса подсвета;
РЕЖИМ	— выбирает ждущий, автоколебательный или разовый режим работы развертки;
ЗАПУСК	— выбирает вид синхронизации (ВНЕШ., ВНУТР. или СЕТЬ), полярность запускающего сигнала («+» или «—») и включает или выключает входной делитель (1:1 или 1:10);
СТАБИЛЬНОСТЬ	— служит для подстройки синхронизации;
ВРЕМЯ/см	— устанавливает фиксированные коэффициенты развертки;
УРОВЕНЬ	— регулирует уровень напряжения запускающего сигнала, с которого начинается запуск развертки;
РАСТЯЖКА, $\times 10$ , ОТКЛ.	— служит для растяжки в 10 раз коэффициентов развертки, устанавливаемых переключателем ВРЕМЯ/см;

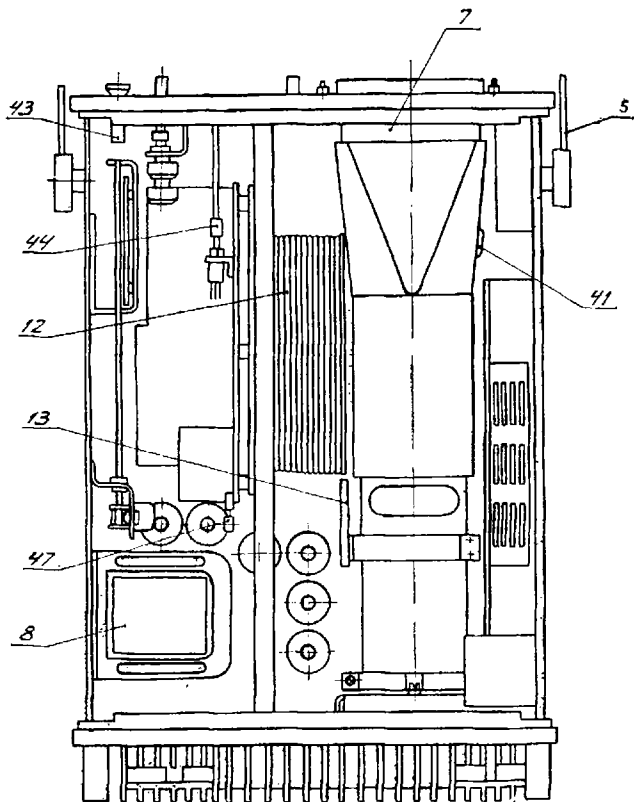
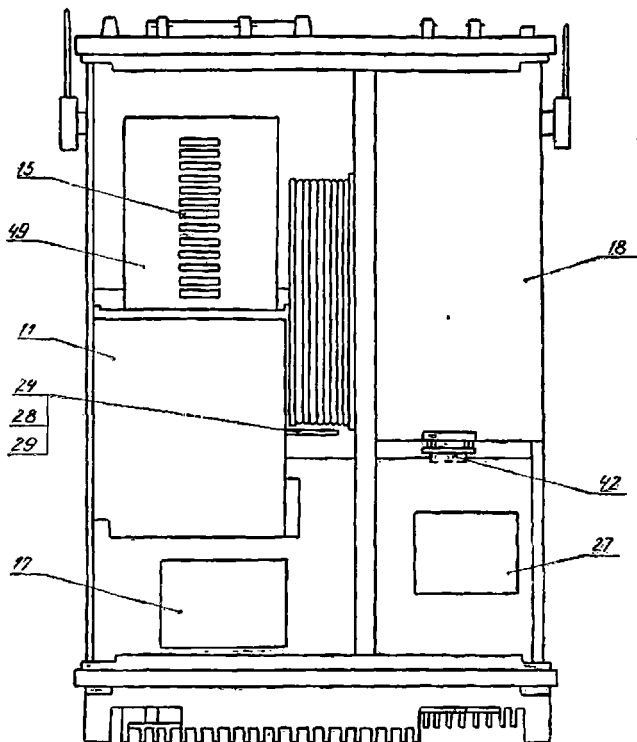


Рис. 11. Вид осциллографа сверху:


5 — переносная ручка; 7 — ЭЛТ; 8 — силовой трансформатор; 12 — линия задержки; 13 — ППМ нагрузки ЭЛТ; 41 — втулка; 43 — формирователь; 44 — муфта; 47 — разъем на ППМ усилителя X



*Рис. 12. Вид осциллографа снизу:*

11 — высоковольтный блок питания; 15 — ППМ коммутатора; 17 — ППМ усилителя импульсов подсвета; 18 — ППМ генератора развертки; 24 — анодный вывод ЭЛТ; 27 — плата мостов; 28 — вывод катода; 29 — вывод модулятора; 42 — разъем платы генератора развертки; 49 — экран



КОРР.	— предназначена для корректировки коэффициентов развертки на всех длительностях;
← →	— служит для перемещения сигнала по горизонтали;
СЕТЬ	— тумблер включения и выключения сети;
ВЫХОД 	— выходное гнездо сигнала генератора импульсов;
ВКЛ., ОТКЛ.	— служит для включения и выключения генератора импульсов.

Примечание. В связи с тем, что изготовитель ведет непрерывную работу по улучшению качества и надежности выпускаемых изделий, в некоторых приборах могут иметь место незначительные схемные и конструктивные изменения, не ухудшающие технических и эксплуатационных характеристик осциллографа.

## 5. МАРКИРОВАНИЕ И ПЛОМБИРОВАНИЕ

5.1. Наименование «Осциллограф», товарный знак завода-изготовителя и знак Государственного реестра нанесены на передней панели осциллографа, условное обозначение прибора (C1-75) — на передней панели и правой боковой стенке; заводской порядковый номер, присвоенный при изготовлении, — на задней стенке прибора.

5.2. Для облегчения ремонтных работ в осциллографе предусмотрены следующие маркировки:

а) на ППМ, стенках, шасси и кронштейнах около каждого электро- и радиоэлемента нанесены позиционные обозначения в соответствии со схемой электрической принципиальной;

б) концы каждого провода в жгуте имеют цифровую маркировку;

в) цвет провода в жгуте указывает на его функциональное назначение:

- 15, 35 и 150 В — красного цвета,
- минус 12,6 и минус 100 В — синего цвета,
- потенциал земли — черного цвета,
- переменные напряжения — желтого цвета.

5.3. С целью ограничения доступа в осциллографе предусмотрено пломбирование. Места для пломбирования находятся на левой и правой боковых стенках и на задней стенке.

С целью сохранности комплекта осциллографа при транспортировании предусмотрено пломбирование укладочного ящика ЗИП и транспортной тары.

## 6. ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

На всех стадиях эксплуатации (работа с осциллографом, ремонт, техническое обслуживание, хранение, транспортирование и т. д.) необходимо руководствоваться правилами и указаниями, помещенными в соответствующих разделах инструкции по эксплуатации.

При приемке осциллографа необходимо распаковать и внешним осмотром убедиться в отсутствии поломок и деформаций.

Состав осциллографа проверяется по формуляру. После этого осциллограф проверяют на функционирование, соблюдая последовательность проверки, изложенную в разделе 12 настоящей инструкции.

В осциллографе применена принудительная вытяжная вентиляция. Воздух всасывается через отверстия в обшивках. Вентилятор расположен на задней стенке осциллографа.

При эксплуатации осциллографа:

- запрещается эксплуатировать осциллограф при неработающем вентиляторе, так как это приведет к нарушению теплового режима внутри осциллографа и к быстрому выходу его из строя;

- не рекомендуется ставить осциллограф вплотную к предметам, закрывающим доступ воздуха в прибор и выход его из прибора. Расстояние между стенками осциллографа и предметами, ограничивающими доступ воздуха, должно быть не менее 10 см.

## 7. УКАЗАНИЯ МЕР БЕЗОПАСНОСТИ


В осциллографе имеются напряжения 12500, 2700, 2500, 150, минус 100, 35, 15 и минус 12,6 В, опасные для жизни.

При контрольно-профилактических и регулировочных работах, производимых с осциллографом, строго соблюдайте меры предосторожности.

Перед включением осциллографа в сеть убедитесь в исправности сетевого шнура. Соедините клемму  $\perp$  прибора с контуром заземления.

Замену любого элемента производите только при отключенном от сети шнуре питания осциллографа.

При регулировке и измерениях в схеме осциллографа пользуйтесь надежно изолированным инструментом и пробниками.

Во избежание электрического удара в особо опасных местах осциллографа установлены защитные щитки, нанесены предупредительные знаки  и надписи красного цвета.

## 8. ПОДГОТОВКА К РАБОТЕ

8.1. При первичном включении осциллографа выполните следующие операции:

- а) произведите внешний осмотр осциллографа, убедитесь в отсутствии механических повреждений и неисправностей;
- б) проверьте вращение ручек всех потенциометров и переключателей;
- в) проверьте исправность предохранителя сети и соответствие его номинальному значению;
- г) проверьте соответствие переключателей сети действующему значению напряжения и частоты сети.

Шильдик, находящийся на задней стенке прибора, указывает напряжение и частоту питающей сети, на которые включен осциллограф. На одной стороне шильдика находятся надписи 220 В, 50, 400 Гц, а на другой — 220, 115 В, 400 Гц.



Шильдик прикреплен винтом, который откручивается и снимается при переключении переключателей сети;

д) заземлите корпус осциллографа с помощью клеммы защитного заземления, находящейся на задней стенке;

е) переключатель СЕТЬ поставьте в выключенное положение (кнопка должна быть в вытянутом положении).

Присоедините к осциллографу шнур питания.

Ручки управления осциллографом установите в следующие положения:

— 	— в средние положения;
— 	— в среднее положение;
— V/cm	— «I»;
— ВКЛ./ОТКЛ. в калибраторе	— ОТКЛ. (переключатель не нажат);
— РЕЖИМ в усилителе	— ПООЧЕРЕДНО;
— ФОКУС, АСТИГМ.	— в средние положения;
— РАСТЯЖКА	— ОТКЛ.;

- |                           |   |
|---------------------------|---|
| — ВРЕМЯ/см                | — «10 $\mu$ s»;                               |
| — ВКЛ./ОТКЛ. в генераторе | — ОТКЛ.;                                      |
| — РЕЖИМ в развертке       | — АВТ.;                                       |
| — ЯРКОСТЬ                 | — в крайнее против часовой стрелки положение. |

*Внимание! 1. Во избежание быстрого выхода из строя электронно-лучевой трубки рекомендуется перед включением осциллографа в сеть ручку ЯРКОСТЬ поставить в положение, соответствующее минимальной яркости луча, т. е. в крайнее против часовой стрелки положение; 2. В приборе применена электронная задержка включения напряжений  $U_{пу}$ ,  $U_k$ ,  $U_m$  питания ЭЛТ, которые плавно нарастают после включения (примерно 1 мин.) прибора в сеть.*

*Схема собрана на транзисторе У17-У1-Т1.*

Если не производится калибровка коэффициентов отклонения и развертки, переключатель ВКЛ., ОТКЛ. в калибраторе поставьте в положение ОТКЛ.



Если импульс генератора не используется, переключатель ВКЛ., ОТКЛ. в генераторе поставьте в положение ОТКЛ.

## 9. ПОРЯДОК РАБОТЫ

### 9.1. Подготовка к проведению измерений

9.1.1. Включите осциллограф в сеть нажатием кнопки СЕТЬ. При этом загорается лампочка, сигнализирующая о включении осциллографа.

Примерно через минуту после включения осциллографа ручку ЯРКОСТЬ поверните по часовой стрелке до появления на экране ЭЛТ лучей. Установите оптимальную яркость лучей.

Ручками «» и «» установите лучи в центре экрана ЭЛТ.

Ручками ФОКУС и АСТИГМ. добейтесь оптимальной фокусировки лучей.

Проверьте действие ручки ШКАЛА, повернув ее по часовой стрелке, при этом должна освещаться шкала экрана ЭЛТ.

*Внимание!* Для обеспечения гарантированных точностей измерений до начала работы необходимо прогреть осциллограф в течение 15 мин., а в условиях повышенной влажности — в течение 30 мин.

На вход А усилителя вертикального отклонения в положении «0,1» переключателя В/см с гнезда ВЫХОД калибратора подайте калибрационное напряжение. На экране должно появиться изображение сигнала частотой 100 кГц.

Переключатель РЕЖИМ в развертке установите в положение ЖДУЩ., переключатель ЗАПУСК — в положение ВНУТР., «~». Вращая ручку УРОВЕНЬ, добейтесь стабильного изображения калибрационного сигнала на экране ЭЛТ.

Проверьте работоспособность осциллографа путем проверки действия всех органов управления и регулировок, выведенных на лицевую панель.

Ниже приводится назначение основных органов управления и регулировок.

Примечание. На линии развертки осциллографа допускается яркостная модуляция, заметная только при минимальной яркости.

9.1.2. Необходимый коэффициент развертки устанавливается с помощью двух переключателей ВРЕМЯ/см и РАСТЯЖКА. Переключатель ВРЕМЯ/см обеспечивает выбор любого из 21 фиксированного коэффициента: 20 и 50 ns; 0,1; 0,2; 0,5; 1; 2; 5; 10; 20; 50  $\mu$ s; 0,1; 0,2; 0,5; 1; 2; 5; 10; 20; 50 и 100 ms. Переключатель РАСТЯЖКА растягивает в 10 раз длительность развертки, установленную переключателем ВРЕМЯ/см. С его помощью обеспечиваются коэффициенты развертки 2; 5 и 10 ns/cm.

При установке ручки ВРЕМЯ/см в положение «10  $\mu$ s», а ручки РАСТЯЖКА в положение ОТКЛ. на экране ЭЛТ воспроизводятся 10 периодов калибрационного сигнала.

Ручку ВРЕМЯ/см установите в положение «0,1 ms», а ручку РАСТЯЖКА — в положение « $\times 10$ ». На экране ЭЛТ воспроизводятся 10 периодов калибрационного сигнала.

9.1.3. Переключатель ЗАПУСК служит для выбора источника запуска развертки. Положения ВНУТР. 1:1 и ВНУТР. 1:10 используются при внутреннем запуске развертки исследуемым сигналом, положение СЕТЬ — при запуске развертки внутренним сигналом с частотой питающей сети, положения ВНЕШ. 1:1, ВНЕШ. 1:10 — при запуске развертки внешним сигналом. Положения «~» и « $\approx$ » выбирают открытый или закрытый вход как при внутреннем запуске развертки, так и при внешнем.

Положения «+» и «-» переключателя ЗАПУСК позволяют выбирать полярность запуска развертки. Положение «+» исполь-

зуется для запуска развертки нарастающей частью (положительным наклоном) сигнала, а положение «—» — для запуска развертки ниспадающей частью (отрицательным наклоном).

*Внимание! При работе в режиме внешней синхронизации на вход развертки в положении «1:1» переключателя ЗАПУСК запрещается подача сигнала с амплитудой больше 3 В.*

9.1.4. Переключателем РЕЖИМ в развертке установите ждущий или однократный режим работы развертки.

Ждущий режим используется для наблюдения как периодических, так и непериодических сигналов.

Однократный запуск развертки используется при фотографировании однократных сигналов.

Однократный запуск развертки от сигнала может осуществляться, как и в обычном режиме, внутренним исследуемым сигналом, внутренним сигналом питающей сети или внешним сигналом.

Проверьте однократный запуск развертки.

Для этого:

— установите длительность развертки 10 мкс/см;  
— переключатель ЗАПУСК установите в положение ВНУТР., переключатель СИНХР.—в положение А, переключатель РЕЖИМ в развертке — в положение ЖДУЩ.;

— на вход А усилителя в положении «0,1» переключателя V/cm подайте сигнал собственного калибратора;

— ручкой УРОВЕНЬ добейтесь устойчивого изображения этого сигнала;

— поставьте переключатель РЕЖИМ в развертке в положение РАЗОВЫЙ; изображение должно исчезнуть;

— отключите сигнал от входа А усилителя и нажмите кнопку ГОТОВ; при этом загорается лампочка ГОТОВ;

— подайте сигнал на вход А усилителя — развертка запускается один раз, лампочка гаснет; однократный запуск развертки имеется.

9.1.5. Ручкой УРОВЕНЬ выбирают уровень сигнала, на котором происходит запуск развертки.

При вращении ручки по часовой стрелке уровень запуска повышается в положительном направлении, а при вращении в противоположную сторону уровень запуска смещается в отрицательную сторону. В среднем положении ручки запуск происходит при уровне, близком к нулевому. В данном случае чувствительность запуска будет максимальной.

Если установить уровень запуска равной или большей величины, чем амплитуда запускающего сигнала, то запуска развертки не произойдет. По мере увеличения уровня запуска, т. е. по мере вра-

щения ручки **УРОВЕНЬ** от среднего положения к правому или левому крайним положениям чувствительность запуска будет уменьшаться.

Направление вращения ручки **УРОВЕНЬ** в правую или левую сторону от среднего положения зависит от установленной полярности переключателя **ЗАПУСК**. Если переключатель **ЗАПУСК** стоит в положении «+», то ручку **УРОВЕНЬ** необходимо вращать от правого крайнего положения к центру, а если в положении «—», то ручку **УРОВЕНЬ** необходимо вращать от левого крайнего положения к центру.

9.1.6. Ручка « $\leftarrow \rightarrow$ » предназначена для смещения изображения исследуемого сигнала по горизонтали. Стрелки « $\leftarrow$ » и « $\rightarrow$ » указывают направление смещения сигнала на экране ЭЛТ. Ручка « $\leftarrow \rightarrow$ » имеет своеобразный сектор, в пределах которого смещение луча по горизонтали происходит плавно, а при повороте всей ручки — грубо.

9.1.7. Вращением ручек « $\updownarrow$ » в обоих каналах можно перемещать изображение исследуемого сигнала на экране ЭЛТ по вертикали. Стрелки « $\uparrow$ » и « $\downarrow$ » указывают направление смещения сигнала на экране ЭЛТ.

9.1.8. Ручкой **V/cm** переключается входной делитель исследуемого сигнала — изменяется коэффициент отклонения осциллографа. Подайте на вход **A** усилителя в положении «0,2» переключателя **V/cm** сигнал собственного калибратора. Поверните ручку **V/cm** последовательно вправо и влево от положения «0,2». При повороте ручки **V/cm** вправо изображение сигнала увеличивается, при повороте влево — уменьшается.

9.1.9. Переключателем **СИНХР.** выбирается канал, сигналом которого синхронизируется развертка при внутренней синхронизации. При установке его в положение **A** развертка синхронизируется только сигналом канала **A**, а при установке в положение **A и Б** — сигналом любого из каналов.

*Внимание! В режимах **ПООЧЕРЕДНО** и **ПРЕРЫВИСТО** синхронизация развертки осуществляется только сигналом канала **A**. При этом переключатель **СИНХР.** необходимо установить в положение **A**.*

9.1.10. Переключатель **РЕЖИМ** в усилителе обеспечивает следующие режимы работы: канал **A**, канал **Б**, переключение каналов после каждого хода развертки (**ПООЧЕРЕДНО**) и переключение каналов несинхронно с запуском развертки (**ПРЕРЫВИСТО**).

Поставьте переключатель РЕЖИМ усилителя в положение А, переключатель РЕЖИМ развертки — в положении АВТ.; при этом на экране ЭЛТ должно быть изображение одного луча, который должен смещаться при вращении ручки «  $\updownarrow$  » в канале А.

Аналогично проверьте работу канала Б при установке переключателя РЕЖИМ усилителя в положение Б.

Поставьте переключатель РЕЖИМ усилителя в положение ПООЧЕРЕДНО. На экране должно появиться изображение двух лучей, которые должны управляться ручками «  $\updownarrow$  ». То же самое

проделайте при установке переключателя РЕЖИМ усилителя в положении ПРЕРЫВИСТО.

Наблюдайте разницу между режимами ПООЧЕРЕДНО и ПРЕРЫВИСТО. В режиме ПООЧЕРЕДНО верхние и нижние линии лучей появляются поочередно, а в режиме ПРЕРЫВИСТО линии лучей на экране ЭЛТ появляются одновременно.

9.1.11. После прогрева осциллографа в течение 15 мин с момента его включения проверьте:

- калибровку коэффициентов развертки;
- калибровку коэффициентов отклонения в обоих каналах.


Для проверки коэффициентов отклонения и коэффициентов развертки ручки управления осциллографом поставьте в следующие положения:

РЕЖИМ развертки	— ЖДУЩ.;
ЗАПУСК	— ВНУТР., «~»;
ВРЕМЯ/см	— «10 $\mu$ s»;
РАСТЯЖКА	— ОТКЛ.;
V/cm	— «0.1»;
РЕЖИМ УСИЛИТЕЛЯ	— ПООЧЕРЕДНО;
СИНХР.	— А.

На вход А усилителя подайте калибрационный сигнал от калибратора. Ручкой УРОВЕНЬ добейтесь четкой синхронизации. На экране ЭЛТ на 10 см шкалы должно уложиться 10 периодов калибрационного сигнала. Если на 10 см помещается больше или меньше чем 10 периодов сигнала, регулировкой КОРР., выведенной под шлиц на лицевой панели, откорректируйте развертку.

Переключатель РЕЖИМ в развертке установите в положение АВТ. и ручкой УРОВЕНЬ добейтесь, чтобы на экране появились две горизонтальные линии развертки.



Ручкой «  » в канале А нижнюю линию развертки установи-

те на нижнюю линию рабочей части экрана шкалы. Расстояние между линиями развертки должно быть 5 см. Если расстояние между линиями развертки больше или меньше 5 см, то с помощью регулировки **КОРРЕКТИРОВКА УСИЛЕНИЯ** через отверстие в крышке внизу прибора установите расстояние равным 5 см.

Аналогично проверьте калибровку коэффициентов отклонения и по каналу Б.

9.1.12. После проверки работоспособности и проведения описанных выше калибровок осциллограф готов к проведению необходимых исследований и измерений.

## 9.2. Проведение измерений

9.2.1. Шкала экрана осциллографа нанесена с внутренней стороны колбы ЭЛТ, благодаря чему обеспечивается точный беспараллаксный отсчет положения луча относительно делений шкалы. Шкала разделена на шесть вертикальных и десять горизонтальных делений. Каждое деление равно 1 см. По центральным осям каждое основное деление разбито на пять подразделений. Коэффициент отклонения по вертикали и коэффициент развертки калиброваны относительно делений шкалы. Поэтому измерения напряжения сигнала и его временных параметров можно производить прямо по этим делениям.

Для упрощения измерения времени нарастания исследуемых сигналов на шкале точками нанесены уровни 10% и 90% размера шкалы по вертикали. Расстояние между точками равно 1 подделению (0,2 см).

Освещенность линий шкалы регулируется ручкой **ШКАЛА**.

Сетчатый светофильтр обеспечивает улучшение видимости луча при работе в условиях сильной наружной освещенности. Светофильтр необходимо снимать при фотографировании или наблюдении сигналов с большой скоростью записи.

Для снятия светофильтра необходимо отвинтить восемь гаек, крепящих обрамление, и снять его. Сняв светофильтр, установите обрамление и закрепите его гайками.

9.2.2. Прибор обеспечивает два режима работы:

- одноканальный (А и Б);
- двухканальный (**ПООЧЕРЕДНО** и **ПРЕРЫВИСТО**).

Режим работы выбирается с помощью переключателя **РЕЖИМ**. В одноканальном режиме прибор работает как обычный однока-

нальный осциллограф. Развертка при этом может работать в автоколебательном, ждущем и однократном режимах.

В двухканальном режиме оба канала работают одновременно. Режим **ПООЧЕРЕДНО** рекомендуется использовать при исследовании сигналов малой длительности, а режим **ПРЕРЫВИСТО** — сигналов большой длительности (при работе на длительностях развертки 1 мс/см и более).

9.2.3. Подача исследуемых сигналов осуществляется следующим образом.

Если источник исследуемого сигнала имеет выходное сопротивление 50 Ом, то его можно непосредственно подключать к осциллографу. Сигналы можно подавать либо на ВХОД А, либо на ВХОД Б, либо на оба входа.

Для обеспечения малой нагрузки исследуемой цели необходимо применять выносной делитель 1:10, имеющий входное сопротивление 500 Ом, или 1:50, имеющий входное сопротивление 2,5 кОм.

Входной каскад усилителя вертикального отклонения выдерживает пиковое входное напряжение  $\pm 3$  В. Следовательно, в положении 0,01 переключателя V/cm входное напряжение не должно превышать  $\pm 3$  В. В других положениях переключателя V/cm входной сигнал делится, и поэтому величина допустимого входного напряжения возрастает. Однако во всех положениях входного делителя величина подаваемого входного сигнала ограничивается рассеиваемой мощностью резисторов, входящих в делитель. Так как входное сопротивление делителя равно 50 Ом, а мощность рассеяния заложенных резисторов не превышает 0,5 Вт, величина максимального допустимого постоянного напряжения, подаваемого на делитель, не должна превышать  $\pm 5$  В эффективных.

При подаче на вход прибора импульсного напряжения величиной более 5 В необходимо, чтобы импульсная мощность не превышала номинальной мощности делителя, т. е. 0,5 Вт. Так как импульсная мощность зависит от длительности однократных сигналов и частоты следования периодических сигналов, необходимо установить предельные временные значения, чтобы исключить перегрев резисторов делителя, которые из-за перегрева изменяют свою номинальную величину и другие характеристики. Для резисторов типа С2-10, примененных в делителе, возможен перегрев на 30°. Если перегрев будет больше 30°C, резисторы будут разрушаться.

Диаграмма на рис. 14 дает возможность определить максимальное пиковое импульсное напряжение, которое может быть входным для импульсов с частотой повторения менее одного в минуту, т. е. для однократных сигналов.

ВХОДНОЕ НАПРЯЖЕНИЕ (В)

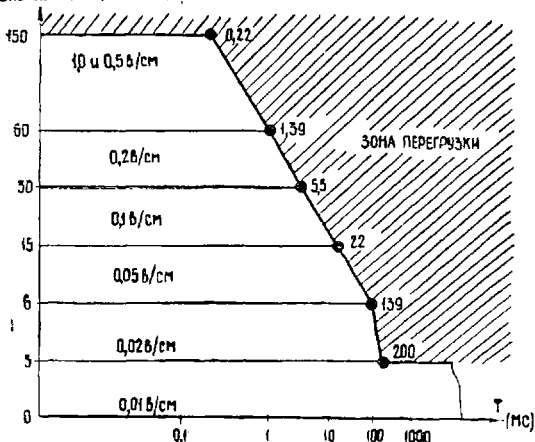


Рис. 14. Зависимость величины импульсного входного напряжения от длительности импульса  $T$  для однократных сигналов

Для сигналов, имеющих среднюю мощность не более 0,25 Вт при частоте повторения более одного в минуту, пределы пикового импульсного напряжения даны на рис. 15.

При исследовании сложных сигналов, имеющих импульсную мощность  $P$  (Вт), длительность  $T$  (с) и частоту повторения  $F$  (Гц), действуют условия (1, 2), при выполнении которых делитель не будет поврежден:

— для периодических сигналов

$$P \cdot T \leq \frac{0,1}{1 + 0,2F}, \quad (1)$$

— для однократных сигналов

$$P \cdot T \leq 0,1. \quad (2)$$

Для сигналов, имеющих среднюю мощность  $P_1$ , делитель не будет поврежден, если выполняется условие (3):

$$P \cdot T \leq 0,1 - 0,2 P_1. \quad (3)$$

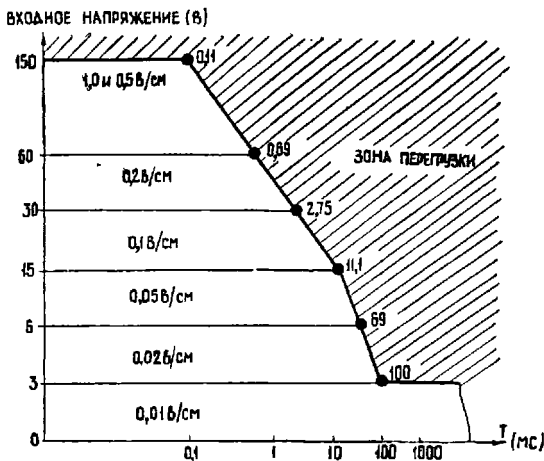


Рис. 15. Зависимость величины импульсного входного напряжения от длительности импульса  $T$  для сигналов со средней мощностью 0,25 Вт и частотой следования более одного в минуту

Приведем несколько примеров расчета, поясняющих возможности прибора при исследовании сигналов с мощностью 0,5 Вт и амплитудой более 5 В.

**Пример 1.** Допустим, имеется однократный сигнал с амплитудой, длительностью и периодом следования, как показано на рис. 16.

Необходимо определить положение переключателя В/см, которое не будет повреждено сигналами большой амплитуды, при исследовании сигнала с малой амплитудой, т. е. сигнала с амплитудой 0,2 В.

Определим, какой перегрев сопротивлений вызовет каждый импульс.

$$t_R = \frac{P \cdot T}{C_R}, \quad (4)$$

где  $t_R$  — перегрев, °С;

$C_R$  — тепловая емкость. Для резисторов типа С2-10  $C_R = 3 \cdot 10^{-3}$  Дж/°С.

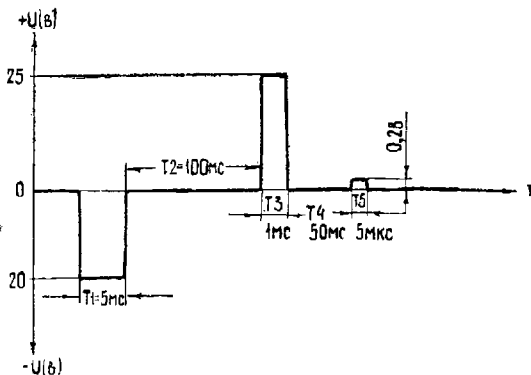


Рис. 16. Форма сложного импульсного сигнала

Температура резисторов в конце первого импульса возрастет на

$$t_{R1} = \frac{\frac{U^2}{R} \cdot T_1}{C_R} = \frac{20^2 \cdot 5 \cdot 10^{-3}}{50 \cdot 3 \cdot 10^{-3}} = 13,3^\circ\text{C}.$$

Далее температура начнет падать по экспоненциальному закону в соответствии с формулой (5):

$$t_R = t_{R1} \cdot e^{-\frac{T_2}{R_t \cdot C_R}}, \quad (5)$$

где  $R_t$  — тепловое сопротивление. Для резисторов типа С2-10  $R_t \approx 55$ ,

$$t_R = 13,3 \cdot e^{-\frac{0,1}{55 \cdot 3 \cdot 10^3}} = 13,3 \cdot e^{-0,6} = 24,1^\circ\text{C}.$$

В начале второго импульса возрастание температуры резисторов будет  $24,1^\circ\text{C}$ . Возрастание температуры, вызванное вторым импульсом, будет:

$$t_{R2} = \frac{25^2 \cdot 1 \cdot 10^{-3}}{50 \cdot 3 \cdot 10^3} = 4,1^\circ\text{C}.$$

Возрастание температуры в конце второго импульса равно

$$t_k + t_{R2} = 24,1^\circ\text{C} + 4,1^\circ\text{C} = 28,2^\circ\text{C}.$$

До начала третьего импульса температура упадет, а третий импульс из-за малой амплитуды увеличения температуры не вызовет. Значит максимальный перегрев резисторов будет  $28,2^\circ\text{C}$ . Так как это меньше допустимого перегрева  $30^\circ\text{C}$ , этот сигнал повреждения резисторов делителя не вызовет. Самая большая амплитуда из серии исследуемых импульсов 30 В. Этот импульс не может вызвать отклонение более 300 делений шкалы. Тогда положение переключателя V/cm, на котором можно исследовать эту серию импульсов, будет

$$\frac{30}{300} = 0,1 \text{ V/cm}.$$

Положения 0,01; 0,02 и 0,05 переключателя V/cm использовать нельзя, так как они приводят к превышению предела 300 делений шкалы, или 3 В. Положения 0,2; 0,5 и 1 переключателя V/cm можно использовать.

**Пример 2.** Исследуемый сигнал (рис. 17) имеет постоянный уровень порядка 1 В; амплитуда импульсов 60 В, частота следования 1 импульс в минуту.

Необходимо определить длительность импульса  $T_1$  и положение переключателя V/cm, которое можно использовать.

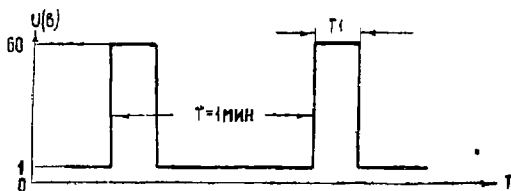


Рис. 17. Форма исследуемого сигнала

Мощность, которая выделяется вследствие воздействия постоянного уровня, будет

$$P_1 = \frac{U^2}{P} = \frac{1^2}{50} = 0,02 \text{ Вт}.$$

Мощность, выделяемая импульсом,

$$P_2 = \frac{60^2}{50} = 72 \text{ Вт}.$$

Тогда из неравенства (3)

$$72 \cdot T \leq 0,1 - 0,2 \cdot 0,02 = 0,096, \quad T \leq 0,13 \text{ мс.}$$

Значит, если длительность исследуемого импульса меньше 0,13 мс, делитель не будет поврежден.

Положение переключателя V/см, которое можно использовать,

$$\frac{60}{300} = 0,2 \text{ V/см.}$$

Кроме положения 0,2 V/см, можно использовать положение 0,5 и 1 V/см.

**Пример 3.** Имеется входной импульс длительностью 2 мс и частотой следования  $F = 5$  Гц (рис. 18). Необходимо определить максимальную амплитуду импульса, которую можно подать на вход прибора, и положение переключателя V/см, которое можно использовать.

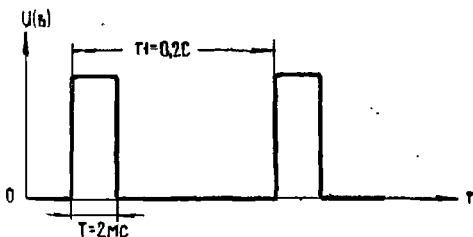


Рис. 18. Форма исследуемого сигнала

Из уравнения (1)

$$P \cdot 2 \cdot 10^{-3} \leq \frac{0,1}{1 + 0,2 \cdot 5} = 0,05, \quad P \leq 25 \text{ Вт,}$$

$$U = \sqrt{P \cdot R} = \sqrt{25 \cdot 50} = 35 \text{ В.}$$

Значит, если амплитуда импульса меньше 35 В, его можно исследовать без опасности повредить входной делитель. Положения переключателя V/см, которые можно использовать,

$$\left( \frac{35}{300} = 0,116 \text{ V/см} \right) 0,2; 0,5 \text{ и } 1.$$

Диапазон исследуемых сигналов можно увеличить, применяя выносные делители 1:10 и 1:50. Делитель 1:10 позволяет исследовать сигналы с амплитудой до 10 В, а делитель 1:50 — до 25 В.

9.2.4. Выбор режима развертки осуществляется следующим образом.

В автоколебательном режиме имеется запуск развертки и при отсутствии запускающего сигнала. Частота запуска зависит от положений переключателя ВРЕМЯ/см и ручки СТАБИЛЬНОСТЬ.

В ждущем режиме развертка запускается только при наличии запускающего сигнала.

При включении переключателя ФАЗОВЫЙ обеспечивается однократный запуск развертки. Готовность развертки к запуску восстанавливается вручную нажатием кнопки ГОТОВ.

Разовый режим удобен при фотографировании сигналов, так как исключает запуск развертки случайным шумовым сигналом и предотвращает засветку фотопленки.

9.2.5. Выбор источника и вида запуска развертки производится следующим образом.

Как правило, рекомендуется использовать внутренний запуск развертки исследуемым сигналом. При этом обеспечивается наименьшая нагрузка исследуемой цепи и не требуется специальный сигнал для запуска. Однако в этом случае управление моментом появления сигнала на развертке ограничено возможностями ручки УРОВЕНЬ. Если требуется управлять моментом появления сигнала на развертке в широких пределах и имеется соответствующий сигнал для запуска, этот сигнал необходимо использовать для синхронизации развертки в режиме внешнего запуска. Если частота исследуемого сигнала синхронна с частотой сети питания, рекомендуется использовать внутренний запуск развертки от сети.

Выбранный источник запуска может быть подключен непосредственно к усилителю синхронизации (положение «1:1») или через аттенюатор (положение «1:10»). В положении «1:1» максимальный диапазон регулировки уровня запуска составляет  $\pm 100$  мВ, в положении «1:10» составляет  $\pm 1$  В. Максимальный по амплитуде сигнал, который может быть подан на внешний вход запуска развертки, составляет 3 В в положении «1:1» и 5 В в положении «1:10». Положение «1:10» можно использовать для ослабления влияния шумов запускающего сигнала. Порог запуска осциллографа составляет примерно 5 мВ (т.е. входной запускающий сигнал должен быть больше 5 мВ). Если запускающий сигнал содержит шумы и они меньше 40 мВ, то в положении «1:10» уровень шумов будет ниже 5 мВ и не будет влиять на запуск развертки. Открытый или закрытый вход запуска выбирается переключателями «~» и « $\approx$ ». Открытый вход можно использовать для запуска развертки сигнала в диапазоне частот от постоянного тока до 250 МГц. Закрытый вход блокирует постоянную составляющую запускающего сиг-




нала, а также ослабляет частоты ниже 5 кГц. Закрытый вход можно использовать для устранения влияния низкочастотных шумов на запуск развертки. Он рекомендуется при синхронизации частотами выше 10 кГц.

9.2.6. Осциллограф обеспечивает десятикратную растяжку изображения сигнала по горизонтали при любом коэффициенте развертки. Включение растяжки эквивалентно увеличению длины развертки в 10 раз, т. е. эффективная длина развертки становится равной 100 см, вместо 10 см без растяжки.

Растяжка позволяет:

- наблюдать и измерять любой участок изображения сигнала при увеличении его в 10 раз по горизонтали; это особенно ценно при необходимости детального исследования сигнала, находящегося сравнительно далеко от начала развертки, ибо в таком случае невозможно увеличение изображения сигнала за счет изменения коэффициента развертки, так как сигнал оказывается за пределами развертки (появляется слишком «поздно»);

- получить коэффициенты развертки 2,5 и 10 пс/см.

9.2.7. Осциллограф на гнезде ВЫХОД  выдает прямоугольный сигнал, синхронный с началом развертки.

Запуск внешних устройств этим сигналом осуществляется синхронно с запуском развертки осциллографа.

9.2.8. Осциллограф С1-75 позволяет измерять:

- мгновенные значения напряжения исследуемого сигнала относительно корпуса прибора;

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

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

- длительность сигнала или его части.

Для определения мгновенного значения напряжений сигнала относительно нулевого потенциала (корпуса прибора) измерьте расстояние по вертикали между точкой (участком) сигнала, напряжение которой измеряется, и нулевым положением луча, т. е. положением линии развертки на экране осциллографа при отсутствии входного сигнала. Измеренное расстояние умножьте на коэффициент отклонения, установленный переключателем V/cm. Результат дает величину измеряемого напряжения.

Для определения напряжения между любыми точками или частями сигнала измерьте расстояние по вертикали между этими точками (частями) на изображении сигнала по шкале на экране ос-

циллографа и умножьте это расстояние в сантиметрах на коэффициент отклонения, установленный переключателем  $V/cm$ .

Для измерения временного интервала между точками или частями сигнала измерьте расстояние по горизонтали между этими точками (частями) на изображении сигнала по шкале на экране осциллографа и умножьте это расстояние в сантиметрах на коэффициент развертки, установленный переключателем  $ВРЕМЯ/cm$  (или на одну десятую установленного коэффициента развертки, если включена десятикратная растяжка развертки).

Время нарастания сигнала измерьте при величине изображения сигнала, равном 6 см. В этом случае время нарастания сигнала определяйте между нанесенными на шкале точечными линиями, соответствующими уровням 0,1 и 0,9. Расстояние между точками равно 0,2 см.

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

- следите за тем, чтобы подключение осциллографа 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.

9.2.10. Погрешность измерения напряжения сигналов не превышает 5%, а с выносными делителями 1:10 и 1:50 — 6%, если измеряемый сигнал удовлетворяет следующим условиям:

- длительность сигнала или измеряемой его части не менее 8 нс;

- частота повторения сигнала не более 50 МГц;

- размер изображения или измеряемой его части на экране осциллографа по вертикали не менее 2,4 см.

9.2.11. Погрешность измерения временных интервалов, а также погрешность измерения временных интервалов в рабочем диапазоне температур не превышает  $\pm (5 + \frac{0,4 \text{ нс}}{T_x} \cdot 100) \%$ . Погрешность измерения временных интервалов в рабочих условиях не превышает  $\pm (7 + \frac{0,4 \text{ нс}}{T_x} \cdot 100) \%$ .

Указанные точности обеспечиваются, если изображение сигнала

ла или измеряемой его части на экране осциллографа имеет размер по горизонтали не менее 4 см.

#### 9.2.12. Фотографирование однократных сигналов.

Установите коэффициент отклонения и коэффициент развертки, требуемые для получения изображения исследуемого сигнала. Запустите развертку в ждущем режиме каким-либо сигналом, например, от сети. Нажатием кнопки РАЗОВЫЙ включите однократный режим работы развертки. Периодически нажимая кнопку ГОТОВ, установите яркость луча, достаточную для получения записи на фотопленке. Добейтесь оптимальной фокусировки луча. Подключите исследуемый сигнал ко входу осциллографа. Выберите запуск развертки синхронно с исследуемым сигналом. Установите необходимую освещенность шкалы.

Снимите четыре из восьми гаек, крепящих обрамление, и этими

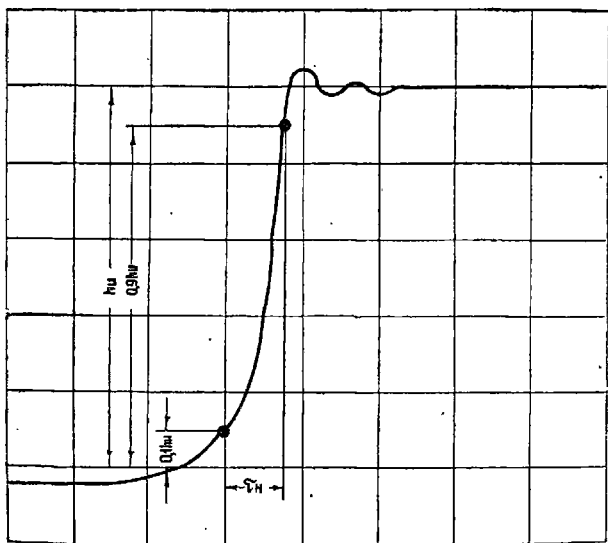



Рис. 19. Форма импульса на гнезде ВЫХОД



гайками закрепите фототубус из комплекта осциллографа. Фотографирование производите фотоаппаратом «Зенит-Е» с объективом «Гелиос-44». Между объективом и фотоаппаратом установите переходное кольцо из комплекта осциллографа. Присоедините фотоаппарат к фототубусу. Сфокусируйте объектив на изображение сигнала. Откройте затвор фотоаппарата, произведите запуск развертки и закройте затвор.

При применении объектива «Гелиос-44» с относительным отверстием 1:2 и фотопленки РФ-3 с чувствительностью 1200 л/рентген или КН-4 с чувствительностью 350 ед. ГОСТ максимальная скорость записи 850 км/с.

Для фотографирования сигналов с большими скоростями (до 1500 км/с) примените объектив с относительным отверстием 1:1,5 с фокусным расстоянием не более 58 мм и соответствующий фототубус.

9.2.13. Осциллограф на гнезде Выход  выдает импульс, предназначенный для проверки параметров переходной характеристики.

При работе с импульсом необходимо учитывать искажения в начале импульса, обусловленные изменением тока туннельного диода от номинального до пикового значения. Форма импульса показана на рис. 19.

## 10. ХАРАКТЕРНЫЕ НЕИСПРАВНОСТИ И МЕТОДЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ

### 10.1. Общие указания

Прежде чем приступить к отысканию повреждений в осциллографе, проверьте, правильно ли подается сигнал и не повреждены ли соединительные кабели.

Проверьте правильность установки органов управления и их функционирование. Неправильная установка положения органов управления может привести к тому, что осциллограф не работает пужным образом, хотя повреждений в схеме нет.

Если возникает какое-либо сомнение относительно правильной работы одного из органов управления, проверьте его работу в соответствии с разделом 9.

Убедитесь в правильности работы приборов и оборудования, с помощью которых проверяется осциллограф.

В осциллографе имеются органы контроля, с помощью которых можно определить работоспособность осциллографа (см. табл. 4).

Таблица 4

Органы контроля работоспособности осциллографа	Выполняемая функция
Лампочка СЕТЬ	Свидетельствует о наличии питающих напряжений в осциллографе. Если она не горит, это показывает, что не подается питающее напряжение сети или неисправен источник 150 В (если не горит лампочка ГОТОВ).
Электронно-лучевая трубка	<p>Позволяет определить работоспособность осциллографа. При работе генератора развертки в автоколебательном режиме (переключатель развертки РЕЖИМ в положении АВТ.), а коммутатора в режиме ПООЧЕРЕДНО на экране ЭЛТ должны быть две линии развертки, которые должны смещаться по вертикали и по горизонтали с помощью ручек «←→» и «↑↓».</p>
Кнопка ПОИСК ЛУЧА	Позволяет вывести в пределы экрана ЭЛТ луч при нарушении работы вертикального или горизонтального каналов и тем самым определить, какой из каналов — «Х» или «У» неисправен.
Лампочка ГОТОВ	Свидетельствует о работе генератора развертки. При изменении длительности разверток должны изменяться яркость свечения и частота загорания лампочки.

В осциллографе имеются встроенный генератор импульсов и калибратор. Каждый из них выполняет определенные функции:

— генератор формирует импульс с временем нарастания меньше 0,5 нс и выбросом меньше 5%, предназначенный для проверки параметров переходной характеристики осциллографа;

— калибратор выдает калибрационное напряжение величиной  $0,5 \text{ В} \pm 1,5\%$  типа «меандр» с периодом  $10 \text{ мкс} \pm 0,2\%$ . С его помощью проверяется калибровка коэффициента отклонения вертикального тракта и калибровка коэффициентов развертки.

Пользуясь сигналами калибратора и генератора по экрану ЭЛТ, можно проверить выполнение осциллографом всех предусмотренных функций, режимов работы и действие всех органов управления:

— работу развертки на всех диапазонах во всех режимах;

Наименование неисправности, внешнее проявление и дополнительные признаки	Вероятная причина	Метод устранения
4. Нет луча на экране ЭЛТ.	Асимметрия в усилителе вертикального отклонения.	Проверить режимы в соответствии с таблицами напряжений и сменить неисправный элемент.
	Не подается высокое напряжение на ЭЛТ.	Проверить контакты в панели трубки и в высоковольтном блоке питания.
	Неисправна ЭЛТ.	Сменить.
	Неисправен генератор развертки.	Проверить режимы в соответствии с таблицами напряжений и сменить неисправный элемент.
5. При подаче на вход усилителя сигнала на экране ЭЛТ нет изображения.	Повреждение в средствах, с помощью которых подается сигнал на вход усилителя.	Найти и отремонтировать.
	Повреждение во входном делителе.	Найти и отремонтировать.
	Повреждение в коммутаторе.	Проверить режимы в соответствии с таблицами напряжений и сменить неисправный элемент.
	Повреждение в усилителе.	Проверить режимы в соответствии с таблицами напряжений и сменить неисправный элемент.
6. Не работает коммутатор (при переключении переключателя РЕЖИМ в усилителе нет одного из лучей на экране ЭЛТ).	Нет контакта в разьеме Ш5.	Проверить и исправить.
	Неисправен переключатель УЗ-В1.	Проверить и исправить.
	Неисправность в коммутаторе.	Проверить режимы в соответствии с таблицами напряжений и сменить неисправный элемент.
7. Не калибруется коэффициент отклонения.	Повреждение в калибраторе.	Найти поврежденный элемент и сменить.

Наименование неисправности, внешнее проявление и дополнительные признаки	Вероятная причина	Метод устранения
8. Не работает генератор развертки.	Повреждение во входном делителе.	Найти неисправность и устранить.
	Поврежден высоковольтный блок питания.	Проверить и исправить.
	Поврежден переключатель У9-В1.	Проверить и исправить.
	Поврежден один из транзисторов схемы.	Проверить режимы в соответствии с таблицами напряжений и сменить неисправный элемент.
9. Нет калибрационного сигнала.	Неисправен переключатель У12-В1.	Проверить и исправить.
10. Не работает генератор импульсов.	Неисправен один из транзисторов У12-Т1...У12-Т4.	Сменить.
	Диод Д18 имеет плохой контакт.	Проверить и исправить.
	Неисправен один из транзисторов схемы.	Проверить режимы в соответствии с таблицами напряжений и заменить неисправный элемент.

Во всех случаях обнаружения неисправностей, не предусмотренных табл. 5, для отыскания причины неисправностей следует пользоваться данным описанием, принципиальной схемой, приведенными ниже таблицами напряжений элементов схем, формами сигналов в разных точках схем.

10.2.2. Для облегчения ремонтных работ в осциллографе предусмотрены маркировки (см. раздел 5).

После обнаружения неисправности необходимо произвести замену вышедшей из строя детали годной. Затем произвести проверку по таблицам напряжений.

10.2.3. Для облегчения обнаружения неисправностей и замены вышедшей из строя микросхемы или транзистора в табл. 6 приведено расположение выводов транзисторов и микросхем, примененных в приборе.

10.2.4. После каждого ремонта произведите проверку величины питающих напряжений с помощью вольтметра Д567 на контрольных гнездах, расположенных с левой стороны осциллографа.

Результат проверки считайте удовлетворительным, если величины напряжений 150, 35, 15, минус 12,6, минус 100 В не превышают 1%.

Если величины напряжений отличаются от требуемых, осуществите подстройку с помощью резисторов:

150 В — У14-Р6,  
35 В — У14-Р15,  
15 В — У14-Р26,  
минус 12,6 В — У14-Р36,  
минус 100 В — У14-Р45.

Напряжение  $U_k$  проверяйте с помощью киловольтметра С96 на контакте 2 панели ЭЛТ. Результат считайте удовлетворительным, если напряжение  $U_k = \text{минус } 2500 \text{ В} \pm 1\%$ .

Если величина напряжения отличается от указанной, произведите подстройку с помощью резистора У17-УЗ-Р6, который расположен в высоковольтном блоке.

Величина пульсаций при этом не должна превышать: 15 мВ для напряжения 150 В; 3,5 мВ — для 35 В; 1,5 мВ — для 15 В; 1,3 мВ — для минус 12,6 В и 10 мВ — для минус 100 В.

10.2.5. Если замененная деталь влияет на параметры осциллографа, произведите подстройку имеющимися органами подстройки.

Элементы подстройки, расположенные на плате коммутатора:  
У4-Р1 — для установки нулевого потенциала на выходе усилителя внутренней синхронизации;

У4-Р2 — для выравнивания напряжения, подаваемого на базу транзистора У4-Т4 при работе в режиме внутренней синхронизации от канала А или от обоих каналов;

У4-Р27 — для балансирования канала А по постоянному току;

У4-Р41 — для балансирования канала Б по постоянному току;

У4-С10 — для подстройки величины выброса и времени нарастания по каналу А;

У4-С11 — для подстройки величины выброса и времени нарастания по каналу Б.

Элементы подстройки, расположенные на плате усилителя вертикального отклонения:





У5-Р5 и

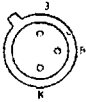

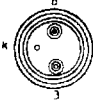
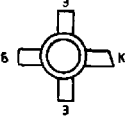
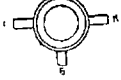


У5-Р35 — для подстройки неравномерности вершины переходной характеристики в области больших времен;









- У5-Р17 — для выравнивания напряжений на базах транзисторов У5-Т5 и У5-Т6;
- У5-Р49 — для выравнивания напряжений на базах транзисторов У5-Т14 и У5-Т15;
- У5-Р65 — для выравнивания напряжений на базах транзисторов У5-Т18 и У5-Т19;
- У5-С11 и  
У5-С2 — для подстройки неравномерности вершины переходной характеристики в области больших времен;
- У5-С18 — для подстройки величины выброса и времени нарастания.

Таблица 6

Обозначение транзистора, микросхемы	Расположение выводов	Примечание
Транзисторы МП21 МП26		
Транзистор П308		
Транзисторы П306 П702 2Т808		
Транзистор 2Т312		

Обозначение транзистора, микросхемы	Расположение выводов	Примечание
Транзисторы 2Т203 2Т316 2Т326 2Т325 2Т363		
Транзистор 2Т355		
Транзистор 2Т602Б		
Транзистор 2Т610А		
Транзистор 2Т371А		
Транзистор 2Т914		
Полсвой транзистор 2П103		

Обозначение транзистора, микросхемы	Расположение выводов	Примечание
Полевой транзистор 2П303		
Микросхема 2ТС613Б		Транзистор К Б Э I 2 1 3 II 6 5 7 III 9 8 10 IV 13 12 11
Микросхема 140УД1А		
Микросхема 1НТ591		Транзистор К Б Э I 8 7 6 II 2 3 4
Микросхема 2ГФ181		
Микросхема 2ТК231		

В таблице 6 приняты обозначения:

— для транзисторов Б — база,  
К — коллектор,  
Э — эмиттер,

— для полевых транзисторов: И — исток, С — сток, З — затвор, К — корпус.

У5-С5, У5-С4, У5-С13, У5-С12, У5-С17, У5-С19, У5-С33, У5-С34 — для подстройки неравномерности вершины переходной характеристики в области малых времен и для устранения возбуждения усилителя.

Элементы подстройки, расположенные на плате усилителя импульсов подсвета:

У6-С6 — для подстройки величины выброса.

Элементы подстройки, расположенные на плате управления режимом ЭЛТ:

У8-Р1 — для осуществления фокусировки линии луча;

У8-Р2 — для получения равномерного подсвета луча;

У8-Р3 — для центровки луча по оси «Х»;

У8-Р8 — для центровки луча по оси «У»;

У8-Р4 — для устранения геометрических искажений.

Элементы подстройки, расположенные на плате нагрузки усилителя:

У7-Р2, У7-Р8 — для согласования нагрузки выходного каскада усилителя с волновым сопротивлением ЭЛТ:

У7-Р4, У7-Р6 — подстройка величины корректирующих индуктивностей У7-Л1 и У7-Л2.

Элементы подстройки, расположенные на плате развертки:

У9-Р13 — для балансировки по постоянному току усилителя синхронизации;

У9-Р32 — для выравнивания потенциалов на коллекторах транзисторов У9-Т5 и У9-Т6;

У9-Р58 — для плавной подстройки усилителя синхронизации;

У9-Р56 — для грубой подстройки усилителя синхронизации;

У9-Р202 — для подстройки длительностей разверток на диапазонах от 100 до 1 мс/см;

У9-Р201 — для подстройки длительности разверток на диапазонах от 0,5 мс/см до 10 мкс/см;

У9-Р200 — для подстройки длительностей разверток на диапазонах от 5 мкс/см до 20 нс/см;

У9-С45 — для подстройки длительностей разверток на диапазонах 50 и 20 нс/см;

У9-С60 — для компенсации делителя, передающего пилообразное напряжение.

Элементы подстройки, расположенные на плате калибратора:

У12-Р11 — для установки амплитуды калибрационного напряжения.

Элементы подстройки, расположенные на плате усилителя X:  
У11-R22 — для центровки луча по горизонтали;  
У11-R38 — для выравнивания потенциалов на базах транзисторов У11-T7 и У11-T8;  
У11-C35 } — для подстройки длительности развертки на диа-  
У11-C36 } пазонах 20 и 50 нс/см;  
У11-C22 — для подстройки длительности развертки на диапазоне 2 нс/см;  
У11-C25, У11-C27, У11-R87, У11-C31, У11-C34,  
У11-C42 — для подстройки нелинейности разверток на диапазонах 2 и 5 нс/см.

Элементы подстройки, расположенные на плате стабилизаторов:  
У14-R6 — для установки напряжения 150 В;  
У14-R15 — для установки напряжения 35 В;  
У14-R26 — для установки напряжения 15 В;  
У14-R36 — для установки напряжения минус 12,6 В;  
У14-R45 — для установки напряжения минус 100 В.

Элементы подстройки, расположенные на плате генератора импульсов:

У16-R9 — для выбора рабочей точки транзистора У16-T3;  
У16-R13 — для выбора рабочей точки туннельного диода Д18;  
У16-R28 — для изменения величины задержки между основным импульсом генератора и импульсом синхронизации.

Элементы подстройки, расположенные в высоковольтном блоке питания:

У17-У2-R5 — для подстройки режима преобразователя;  
У17-У3-R6 — для установки выходного напряжения.

### 10.3. Указания по разборке и сборке осциллографа и замене элементов

10.3.1. Для проведения ремонтных работ снимите обшивку осциллографа и откройте радиатор. Обшивку снимается после поворота специальных винтов, расположенных на правой и левой стенках. Чтобы открыть радиатор, отсоедините шнур питания от осциллографа, а затем отвинтите два винта, крепящих радиатор.

10.3.2. Замену ЭЛТ производите следующим образом:

- отверните гайки, крепящие обрамление ЭЛТ, 23 (рис. 13), и снимите его;
- снимите сетчатый фильтр 35 (рис. 13);
- снимите световод подсвета шкалы ЭЛТ;

— отсоедините от разъема высоковольтного блока анодный вывод ЭЛТ 24 (рис. 12); отверните корпус вывода и снимите его; отпаяйте контакт; освободите вывод от крепящих лепестков;

— отверните два винта, крепящих ППМ нагрузки У7, снимите три контакта, находящихся на плате нагрузки, с выводов ЭЛТ;

— снимите остальные четыре вывода ЭЛТ;

— снимите три вывода ЭЛТ с пластин У, выходящих с платы усилителя вертикального отклонения У5;

— снимите панель трубки;

— отверните винт скобы крепления ЭЛТ в электромагнитном экране;

— слегка нажимая на цоколь, вытолкните ЭЛТ через отверстие на лицевой панели прибора, при этом следите, чтобы ее выводы не задевали за экран.

Вставьте новую ЭЛТ. Для этого:

— проденьте провод высоковольтного вывода через отверстие изоляционной втулки изнутри экрана;

— вставьте ЭЛТ через отверстие в лицевой панели; выводы ее не должны касаться экрана; одновременно слегка подтягивайте провод высоковольтного вывода;


— установите ЭЛТ так, чтобы ее экран был на одном уровне с лицевой панелью прибора;

— проведите сборку в обратном порядке.

После смены ЭЛТ необходимо выставить режим в соответствии с паспортными данными. Для установки напряжения на контактах ЭЛТ используются следующие регулировки: У8-R1 (на контакте 11), У8-R2 (на контакте 9), У8-R3 (на контакте 10), У8-R4 (на контакте 8), У8-R8 (на контакте 6), R34 (на разъеме Ш25).

Далее в соответствии с разделом 12 настоящего описания (п. 12.5.4) произведите проверку несовпадения линии луча с линиями шкалы и при необходимости произведите подстройку с помощью резисторов R18 и R19.

Проверьте калибровку коэффициентов развертки и коэффициентов отклонения в обоих каналах в соответствии с разделом 9 настоящего описания (п. 9.1.12). При необходимости откорректируйте развертку с помощью регулировки КОРР., а усилитель — с помощью регулировок КОРРЕКТИРОВКА УСИЛЕНИЯ.

Затем включите генератор. С гнезда генератора ВЫХОД  на вход А осциллографа в положении «0,05» переключателя «V/cm» подайте импульс.

Ручки управления прибора установите в следующие положения:

ЗАПУСК	— ВНУТР., «~», «1:1»;
СИНХР.	— А;
ВРЕМЯ/см	— «20 ns»;
РАСТЯЖКА	— « $\times 10$ »;
РЕЖИМ развертки	— «ЖДУЩ.», «+»;
РЕЖИМ усилителя	— А.

Ручкой УРОВЕНЬ добейтесь устойчивого изображения сигнала на экране ЭЛТ. Проверьте время нарастания, выброс и неравномерность установившегося значения переходной характеристики в соответствии с пп. 12.5.9—12.5.11. При необходимости произведите подстройку с помощью резисторов У7-R2, У7-R4, У7-R6 и У7-R8.

10.3.3. Снятие высоковольтного блока питания У17 11 (рис. 12) произведите следующим образом:

- снимите разъем, через который подаются питающие напряжения на блок;
- отключите от разъемов блока анодный вывод ЭЛТ и выводы питания катода и модулятора ЭЛТ 28, 29 (рис. 12);
- отверните три винта, крепящих блок, и снимите его. Затем снимите крышку блока, которая крепится двумя винтами, и произведите замену любой поврежденной детали.

10.3.4. Замену силового трансформатора 8 (рис. 11) произведите следующим образом:

- отпаяйте монтажные провода от вывода трансформатора;
- отверните пять винтов, крепящих планку, на которой закреплен трансформатор;
- снимите планку вместе с трансформатором;
- отверните четыре винта, крепящих трансформатор к планке;
- снимите трансформатор и проведите сборку в обратном порядке.

10.3.5. Снятие ППМ усилителя вертикального отклонения У5 производится следующим образом:

- отверните шесть винтов, крепящих экран, и снимите его;
- снимите три контакта с выводов ЭЛТ;
- снимите четыре одноконтактных разъема;
- отпаяйте выводы линии задержки;
- отверните пять винтов, крепящих ППМ, и снимите его.

Снимите транзисторы оконечного каскада усилителя. Для этого:

- отпаяйте скобу;

- отверните два винта, крепящих радиатор;
- отверните четыре гайки, которыми крепятся скоба и транзисторы;
- снимите скобу и радиатор с той пары транзисторов, в которой находится поврежденный транзистор;
- отпаяйте и снимите транзистор;
- поставьте новый транзистор. Установите на нем радиатор и прикрепите его;
- поставьте скобу и прикрутите четыре гайки, крепящие ее и транзисторы;
- распаяйте транзистор и скобу.

10.3.6. Снятие платы коммутатора У4 15 (рис. 12) произведите следующим образом:

- отверните четыре винта, крепящих экран 49 (рис. 12), и снимите его;
- снимите разъем;
- снимите кнопку СИНХР., находящуюся на лицевой панели прибора 36 (рис. 13);
- выверните ось, на которой была установлена кнопка СИНХР.;
- отверните четыре винта, крепящих ППМ;
- отверните по два винта, крепящих кабель, и отпаяйте его. Всего на плате находятся четыре кабеля;
- отверните два винта, крепящих линию задержки, и отпаяйте ее;
- снимите плату коммутатора.

10.3.7. Снятие и разборку attenuаторов производите следующим образом:

- снимите плату коммутатора, как указано в пункте 10.3.6;
- снимите ручки и отверните гайки, крепящие attenuаторы к передней панели;
- отверните винт, крепящий кронштейн к боковой стяжке прибора;
- со стороны лицевой панели отверните гайки, крепящие разъемы входов А и Б;
- снимите attenuаторы вместе с кабелями;
- отверните три винта, крепящих экран attenuатора, и снимите его.

10.3.8. Снятие переключателя коэффициентов развертки У10 производите следующим образом:



— установите ручку переключателя ВРЕМЯ/см в крайнее правое положение;

— отверните два винта, крепящих втулку 41 (рис. 11) на оси переключателя, находящуюся около передней стенки прибора, и сдвиньте ее вплотную к кулачку;

— снимите держатель ППМ;


— выньте плату переключателя из разъема;

— снимите плату с оси.

10.3.9. Снятие платы генератора развертки У9 18 (рис. 12) произведите следующим образом:

— снимите плату переключателя, как указано в пункте 10.3.8;

— снимите разъем 42 (рис. 12) и одноконтakтные разъемы (всего шесть штук);

— отверните гайки со стороны лицевой панели, крепящие разъемы ВХОД и ВЫХОД , и снимите их во внутрь осциллографа;


— отверните шесть винтов, крепящих плату, и снимите ее, осторожно подавая назад;

— отверните два винта, крепящих кабель, и отпаяйте (всего четыре кабеля).

10.3.10. Снятие платы генератора импульсов У16 произведите следующим образом:

— снимите два одноконтakтных разъема;

— отпаяйте вывод от гнезда ВЫХОД СИНХР.;

— отпаяйте резистор, идущий от формирователя (разъем ВЫХОД );

— отверните четыре винта, крепящих плату, и снимите ее.

10.3.11. Снятие и разборку формирователя 43 (рис. 11) производите следующим образом:

— отверните винт, находящийся на корпусе формирователя;

— отпаяйте два резистора, идущих на формирователь;

— отверните гайку, крепящую формирователь, и снимите его;

— отверните гайку со стороны вывода для пайки и подтолкните ее со стороны гнезда;

— выньте из корпуса детали формирователя.

10.3.12. Снятие платы усилителя «Х» У11 производите следующим образом:

— отверните два винта, крепящих муфту 44 (рис. 11) к оси потенциометра, выведенного на переднюю панель (КОРП.), и выньте ось;

- снимите кнопку РАСТЯЖКА 45 (рис. 13) и выверните ее ось;
- снимите два контакта с пластин ЭЛТ;
- снимите разъем, находящийся сзади платы;
- отверните шесть винтов, крепящих плату;
- снимите разъем, находящийся около лицевой панели осциллографа, и снимите плату.

## 11. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

11.1. С целью обеспечения нормальной работы и сохранения исправности осциллографа в течение всего периода его эксплуатации производите контрольно-профилактические работы. В объем контрольно-профилактических работ входит:

а) внешний осмотр осциллографа:

- проверка крепления органов управления и регулировки, плавности их действия и четкости фиксации;

- проверка состояния лакокрасочных и гальванических покрытий;

- проверка исправности кабелей и комплектности осциллографа;

- проверка общей работоспособности осциллографа;

б) осмотр внутреннего состояния осциллографа: при этом проверьте крепление узлов, состояние контрвки, состояние монтажа и паек, надежность контактных соединений, отсутствие сколов и трещин на деталях из пластмасс, состояние лакокрасочных и гальванических покрытий. Удалите пыль, грязь и коррозию. Коррозированные места покройте смазкой;

в) проверка параметров осциллографа на соответствие паспортным данным, приведенным в табл. 8.

Контрольно-профилактические работы производятся не реже одного раза в год.

Примечание. Сокращение объема указанных контрольно-профилактических работ и увеличение времени между ними не разрешается.

## 12. ПОВЕРКА ОСЦИЛЛОГРАФА

Настоящий раздел составлен в соответствии с требованиями технических условий на осциллограф и устанавливает методы и средства поверки осциллографа С1-75.

Поверка осциллографа производится один раз в год, а также после проведения ремонтных работ. •

Таблица 7

Номер пункта раздела поверки	Наименование операций, производимых при поверке	Поверяемые отметки	Допускаемые значения погрешностей или предельные значения определяемых параметров	Средства поверки	
				образцовые	вспомогательные
12.3.1	Внешний осмотр				
12.3.2	Опробование				
12.3.3	Определение метрологических параметров				
12.3.3а	Определение времени нарастания переходной характеристики		1,5 нс	Г6-17	
12.3.3б	Определение выброса и времени установления переходной характеристики		не более 10% $t_{уст} \approx 7,5$ нс	Г6-17	
12.3.3в	Определение неравномерности вершины установившегося значения переходной характеристики		3%	Г5-53 Г6-17	
12.3.3г	Определение погрешности измерения амплитуд	С выносными делителями	5% 6%	В7-16 Г5-53	
12.3.3д	Перемещение луча по вертикали и по горизонтали	По вертикали По горизонтали	$\pm 60$ мм $\pm 50$ мм	Г3-102	
12.3.3е	Проверка внутренней синхронизации	Синусоидальными сигналами от 20 Гц до 50 МГц	6 мм	Г3-102 Г4-119А Г4-120	

Номер пункта раздела поверки	Наименование операции, производимых при поверке	Поверяемые отметки	Допускаемые значения погрешностей или предельные значения определяемых параметров	Средства поверки	
				образцовые	вспомогательные
12.3.3ж	Определение параметров калибратора амплитуды	Синусоидальность сигнала от 50 до 250 МГц	15 мм	Г5-44	
		Импульсы м и н сигналами для длительностью 5 нс и более	6 мм		
12.3.3и	Определение погрешности измерения временных интервалов	Амплитуда	$0,5 B \pm 1,5\%$	В7-16 ЧЗ-36	
		Период	$10 \text{ мкс} \pm 0,2\%$		
12.3.3к	Определение толщины линии луча, рабочей части экрана	Погрешность интервалов в диапазоне 2 нс...100 мс в рабочем диапазоне температур	$\pm (5 + \frac{0,4 \text{ нс}}{T_x} \cdot 100)$	Г3-102 Г4-102 Г4-107 ЧЗ-36	
		Толщина линии луча	0,8 мм		
12.3.3л	Определение сопротивления входного входа: непосредственного входа при коэффициенте отражения не более 0,1	Рабочая часть экрана	$60 \times 100 \text{ мм}$	Г5-53	

с выносным лем 1:10	делите-	500±2% с па- раллельной ем- костью не более 1 пФ
с выносным лем 1:50	делите-	2500±2% с па- раллельной ем- костью не более 1 пФ

ГБ-17

## 12.1. Операции и средства поверки

При проведении поверки должны производиться операции и применяться средства поверки, указанные в табл. 7 (см. стр. 81).

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

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

3. После ремонта прибора проверить восстановленный параметр и параметры, связанные с ним.

Необходимые при поверке основные технические характеристики образцовых и вспомогательных средств поверки указаны в табл. 8.

Таблица 8

Наименование средств поверки	Основные технические характеристики средства поверки		Рекомендуемое средство поверки (тип)	Примечание
	пределы измерения	погрешность		
Генератор сигналов высокочастотный	12,5 ... 400 МГц 1 В	1%	Г4-107А	
Генератор сигналов низкочастотный	20 Гц ... 0,2 МГц	4%	Г3-102	
Генератор сигналов высокочастотный	0,15 ... 50 МГц	1%	Г4-102	
Генератор импульсов	10 В; $R_n = 50 \text{ Ом}$  нравномерность	$0,01U + 0,001 U_{\text{макс}}$  1%	Г5-53	
Генератор сигналов специальной формы	$\tau_{\phi} \leq 0,15 \text{ нс}$ 2 В		Г6-17	
Вольтметр цифровой	0,1 ... 1000 В	$0,1 + 0,01 \frac{U_k}{U_x}$		
	0,1 кОм—10 МОм	$0,2 + 0,02 \frac{R_k}{R_x}$	В7-16	
Частотомер электронный	10 Гц ... 50 МГц		Ч3-36	
Осциллограф	$\tau_n = 0,07 \text{ нс}$		С7-11	

## 12.2. Условия поверки и подготовка к ней

12.2.1. При проведении операций поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающей среды  $293 \pm 5^\circ\text{K}$  ( $20 \pm 5^\circ\text{C}$ );
- относительная влажность воздуха  $65 \pm 15\%$ ;
- атмосферное давление  $100 \pm 4 \text{ кН/м}^2$  ( $750 \pm 30 \text{ мм рт. ст.}$ );
- напряжение источника питания  $220 \text{ В} \pm 2\%$ ,  $50 \pm 1 \text{ Гц}$ .

Примечание. Допускается проведение поверки в условиях, реально существующих в цехе, лаборатории и отличающихся от нормальных, если они не выходят за пределы рабочих условий осциллографа и средства поверки, применяемые при поверке.

12.2.2. Перед проведением операций поверки необходимо выполнить подготовительные работы, оговоренные в разделе «Подготовка к работе», предварительно проведя следующие работы:

а) извлечь из укладочного ящика осциллограф, шнур питания, кабели соединительные, снять с вилок и разъемов шнура питания и кабелей полиэтиленовые чехлы (при расконсервации);

б) произвести внешний осмотр осциллографа, принадлежностей и запасного имущества;

в) проверить исправность предохранителя сети и соответствие его номинальному значению;

г) проверить соответствие переключателей сети действующему значению напряжения и частоты сети.

Шильдик, находящийся на задней стенке прибора, указывает напряжение и частоту питающей сети, на которые включен осциллограф. На одной стороне шильдика находятся надписи 220 В, 50, 400 Гц, а на другой — 220, 115 В, 400 Гц.

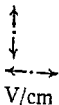
Шильдик прикреплен винтом, который откручивается и снимается при переключении переключателей сети;

д) заземлить корпус осциллографа с помощью клеммы защитного заземления, находящейся на задней стенке;

е) переключатель СЕТЬ поставить в выключенное положение (кнопка должна быть в вытянутом положении).

Присоединить к осциллографу шнур питания.

Ручки управления осциллографом установить в следующие положения:



— в средние положения;

— в среднее положение;

— «1»;

ВКЛ., ОТКЛ. в калибраторе	— ОТКЛ. (переключатель не нажат);
РЕЖИМ в усилителе	— ПООЧЕРЕДНО;
ФОКУС, АСТИГМ.	— в средние положения;
РАСТЯЖКА	— «ОТКЛ.»;
ВРЕМЯ/см	— «10 $\mu$ s»;
ВКЛ., ОТКЛ. в генераторе	— «ОТКЛ.»;
РЕЖИМ в развертке	— АВТ.;
ЯРКОСТЬ	— в крайнее против часовой стрелки положение.

**ВНИМАНИЕ!** Во избежание быстрого выхода из строя электронно-лучевой трубки рекомендуется перед включением осциллографа в сеть ручку **ЯРКОСТЬ** поставить в положение, соответствующее минимальной яркости луча, т. е. в крайнее против часовой стрелки положение.

Если не производится калибровка коэффициентов отклонения и развертки, переключатель ВКЛ., ОТКЛ. в калибраторе поставить в положение ОТКЛ.

Если импульс генератора не используется, переключатель ВКЛ., ОТКЛ. в генераторе поставить в положение ОТКЛ.

### 12.3. Проведение поверки

#### 12.3.1. Внешний осмотр.

При проведении внешнего осмотра должны быть выполнены все требования, указанные в разделе ТО «Общие указания по эксплуатации», и обращено особое внимание на выполнение следующих положений:

- а) отсутствие механических повреждений, влияющих на общую работоспособность или на точность его измерения;
- б) наличие и прочность крепления органов управления и коммутации, четкость фиксации их положений, плавность вращения ручек органов управления и настройки;
- в) чистота гнезд, разъемов и клемм;
- г) состояние лакокрасочных покрытий и четкость маркировки;
- д) состояние соединительных проводов и кабелей;
- е) качество крепления деталей и узлов на шасси осциллографа, состояние контровки гаек, надежность паяк и контактных соединений.

Осциллограф, имеющий дефекты, бракуется и направляется в ремонт.



### 12.3.2. Опробование.

Опробование работы прибора производится по пп. 9.1.1 ... 9.1.12. Неисправные осциллографы бракуются и направляются в ремонт.

### 12.3.3. Определение метрологических параметров.

12.3.3а. Время нарастания переходной характеристики (рис. 20) проверяется путем подачи на вход А осциллографа через аттенюаторы импульса генератора Г6-17. Частота следования импульса 100 кГц. Измерение проводится в следующем порядке.

Ручки управления осциллографа установить в следующие положения:

РЕЖИМ усилителя	— А;
СИНХР.	— А и Б;
ВРЕМЯ/см	— «20 ns»; /
ЗАПУСК	— «ВНУТР., «~»;
РАСТЯЖКА	— « $\times 10$ »;
РЕЖИМ в развертке	— ЖДУЩ.

Амплитуду импульса на экране ЭЛТ установить равной 40—60 мм с помощью аттенюаторов, входящих в комплект генератора Г6-17.

Определить время нарастания в положениях «0,01», «0,02», «0,05», «0,1», «0,2» и «0,5» переключателя V/см, а также с выносными делителями 1:10 и 1:50 в положении «0,01» переключателя V/см.

Затем переключатель РЕЖИМ усилителя установить в положение Б и определить время нарастания положительного и отрицательного импульсов в положениях «0,01», «0,02», «0,05», «0,1», «0,2» и «0,5» переключателя V/см канала Б.

Результаты измерений считаются удовлетворительными, если время нарастания переходной характеристики в обоих каналах во всех положениях переключателей V/см и с делителями 1:10 и 1:50 не превышает 1,5 нс.

Если величина времени нарастания превышает допустимую, произвести подстройку с помощью конденсаторов У4-С10 для канала А, У4-С11 — для канала Б. Если время нарастания в обоих каналах не в допуске, то произвести подстройку с помощью конденсатора У5-С18. Однако при этом надо проследить, чтобы величина выброса не превысила допустимую величину.

Примечание. При измерении времени нарастания следует учитывать погрешность коэффициента развертки на участке измерения в соответствии с методикой п. 12.3.3д.

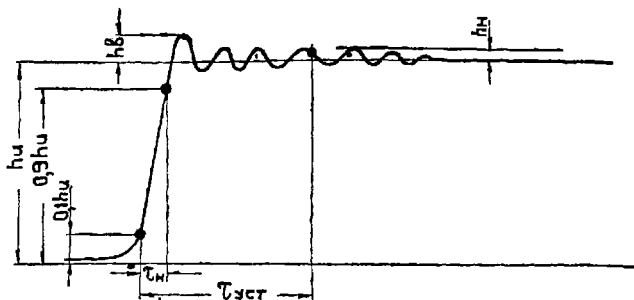


Рис. 20. Измерение времени нарастания, выброса, неравномерности (до 20 нс) и времени установления переходной характеристики:

- $h_n$  — амплитуда неравномерности и установления значения;
- $h_в$  — амплитуда выброса;
- $h_у$  — амплитуда установившегося значения;
- $t_н$  — время нарастания переходной характеристики;
- $t_{уст}$  — время установления — интервал времени, в течение которого переходная характеристика нарастает от уровня 0,1 до установившегося значения. Установившееся значение — точка на переходной характеристике, начиная с которой отклонения вершины переходной характеристики не превышают допуска на неравномерность.

12.3.36. Величина выброса на переходной характеристике определяется путем подачи на вход А осциллографа импульса с генератора Г6-17. Частота следования импульса 100 кГц.

Измерения проводятся в следующем порядке.

Ручки управления установить в следующие положения:

РЕЖИМ в усилителе	— А;
СИНХР.	— А и Б;
ВРЕМЯ/см	— «20 нс»;
РАСТЯЖКА	— « $\times 10$ »;
РЕЖИМ в развертке	— ЖДУЩ.;
ЗАПУСК	— ВНУТР., «~», «1:1».

Амплитуду импульса на экране ЭЛТ установить равной 40—50 мм с помощью аттенюаторов, входящих в комплект генератора Г6-17. Определить величину выброса ( $\delta_n$ ) в процентах в положе-

ниях «0,01», «0,02», «0,05» и «0,2» переключателя V/cm по формуле (6):

$$\delta_u = \frac{h_v}{h_u} \cdot 100\%, \quad (6)$$

где  $h_v$  — амплитуда выброса, мм;

$h_u$  — амплитуда установившегося значения, мм.

Затем переключатель РЕЖИМ установить в положение Б. Аналогично предыдущему в положениях «0,01», «0,02», «0,05» и «0,2» переключателя V/cm в канале Б определить величину выброса.

Проверку величины выброса производить положительным и отрицательным импульсами.

Результаты измерений считаются удовлетворительными, если величина выброса на переходной характеристике в обоих каналах во всех положениях переключателей V/cm не превышает 10%.

Если величина выброса в обоих каналах превышает допустимую, произвести подстройку с помощью конденсатора У5-С18, в канале А — с помощью конденсатора У4-С10, в канале Б — с помощью конденсатора У4-С11.

12.3.3в. Неравномерность установившегося значения переходной характеристики (рис. 21) проверяется путем подачи на вход А осциллографа импульса с генератора Г6-17. Частота повторения импульса 100 кГц.

Измерения производятся в следующем порядке:

Ручки управления прибором установить в следующие положения:

V/cm	— «0,01»;
СИНХР.	— А и Б;
РЕЖИМ в усилителе	— А;
ВРЕМЯ/cm	— «50 ns»;
РАСТЯЖКА	— «×10»;
ЗАПУСК	— ВНУТР., «~»;
РЕЖИМ в развертке	— ЖДУЩ.

Амплитуду импульса на экране ЭЛТ установить равной 50—60 мм. Определить амплитуду неравномерностей вершины изображения импульса (исключая время установления, равное 7,5 нс) на участке длительностью 20 нс.

Величина неравномерности вершины изображения импульса (γ) подсчитывается по формуле (7):

$$\gamma = \frac{h_{II}}{h_u} \cdot 100\%, \quad (7)$$

где  $h_n$  — амплитуда неравномерности (спад, подъем) вершины изображения импульса, мм;

$h_u$  — амплитуда установившегося значения импульса, мм.

Затем переключатель V/cm установить в положение «1». На вход А осциллографа подать импульс с генератора Г5-53. Длительность импульса 100 мс, период следования 200 мс. Длительность развертки 10 мс/см. Амплитуду изображения импульса установить равной 60 мм. Измерить амплитуду изображения импульса и амплитуду спада (подъема) вершины импульса.

Неравномерность вершины изображения импульса (спад, подъем) подсчитывается по формуле (7).

Затем переключатель РЕЖИМ установить в положение Б и аналогично предыдущему проверить неравномерность переходной характеристики. Результат измерений считается удовлетворительным, если неравномерность вершины изображения не превышает 3%.

Примечание. Проверка неравномерности вершины изображения импульса производится, исключая время установления переходной характеристики.

При необходимости неравномерность вершины изображения импульса в области больших времен подстроить с помощью резисторов У5-Р5, У5-Р36 и конденсаторов У5-С2, У5-С11, а в области малых времен — с помощью конденсаторов У5-С4, У5-С5, У5-С12, У5-С13, У5-С17, У5-С18, У5-С19, У5-С27, У5-С33, У5-С34.

12.3.3г. Погрешность измерения амплитуд определяется путем сравнения показаний испытуемого осциллографа и цифрового вольтметра типа В7-16. Схема соединений приборов для проверки погрешности измерения амплитуд представлена на рис. 21.

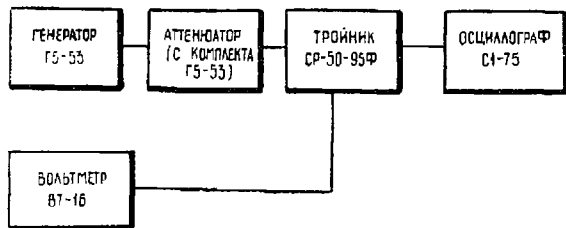



Рис. 21. Схема соединения приборов для проверки погрешности измерения амплитуд

В качестве источника калиброванного сигнала используется импульсный генератор Г5-53, постоянное напряжение которого, определяющее амплитуду выходного импульсного напряжения, измеряется вольтметром В7-16. Длительность импульса 1 мкс, период следования импульсов 100 кГц. Запуск генератора Г5-53 внутренний

Ручки управления прибором ставятся в следующие положения:

РЕЖИМ в усилителе	— А или Б (при проверке соответствующего канала);
ВРЕМЯ/см	— «0,2 $\mu$ s»;
РАСТЯЖКА	— ОТКЛ.;
РЕЖИМ в развертке	— АВТ.;
ЗАПУСК	— ВНЕШ., «~».

Переключатель полярности выходного генератора переводится в положение постоянного напряжения, устанавливается требуемая для проверки величина напряжения  $U_1$  и производится отсчет его величины по вольтметру В7-16.

Далее переключатель запуска генератора переводится в положение разового пуска, переключатель полярности выхода — в положение «  » и вновь производится отсчет по вольтметру В7-16 напряжения  $U_2$ . Разность этих напряжений является калиброванной величиной импульсного напряжения.

Генератор Г5-53 переводится в режим внутреннего запуска и с его выхода импульсное напряжение подается на вход испытуемого осциллографа и измеряется.

Погрешность измерения амплитуды ( $\delta_u$ ) подсчитывается по формуле:

$$\delta_u = \frac{U_k - U}{U_k} \cdot 100\%, \quad (8)$$

где  $U_k$  — амплитуда напряжения импульса, измеренная вольтметром В7-16 и равная  $U_1 - U_2$ ;

$U$  — амплитуда напряжения импульса, измеренная испытуемым осциллографом.

Проверка производится для всех положений переключателей В/см по обоим каналам, а также с выносными делителями 1:10 и 1:50 в положении «0,01» переключателя В/см.

При всех измерениях изображение амплитуды импульса должно иметь размер в пределах 4—6 делений, кроме положения «1»

переключателя V/cm, где размер изображения устанавливается равным 2, 4 деления.

Результат проверки считается удовлетворительным, если погрешность измерения амплитуды не превышает 5%, а с выносными делителями 1:10 и 1:50 — 6%.

Примечания: 1. Перед проверкой погрешности измерения амплитуд усилитель должен быть откалиброван по внутреннему калибратору в соответствии с указаниями, изложенными в инструкции по эксплуатации. 2. При отсчете показаний на шкале осциллографа вольтметр В7-16 допускается отключать.

12.3.3д. Проверка перемещения луча по вертикали и по горизонтали производится путем визуального наблюдения положения линии развертки на экране электронно-лучевой трубки.

Ручки управления прибором устанавливаются в следующие положения:

V/cm	— «0,1»;
РЕЖИМ в усилителе	— ПООЧЕРЕДНО
ВРЕМЯ/cm	— «1 $\mu$ s»;
РАСТЯЖКА	— ОТКЛ.;
РЕЖИМ в развертке	— АВТ.;
СИНХР.	— А.

На вход одного из каналов от генератора ГЗ-102 подать синусоидальный сигнал с величиной изображения 60 мм.

Проверить возможность совмещения ручками смещения по вертикали нижней и верхней частей изображения соответственно с верхним и нижним краями рабочей части экрана.

Результаты проверки считаются удовлетворительными, если ручками смещения совмещаются нижняя и верхняя части изображения соответственно с верхним и нижним краями рабочей части экрана.

12.3.3е. Проверка внутренней синхронизации производится путем определения минимальной величины изображения синхронизирующего сигнала.

Ручки управления прибором ставятся в следующие положения:

V/cm	— «0,01»;
РЕЖИМ в усилителе	— А;
ЗАПУСК	— ВНУТР., «1:1»;
РЕЖИМ в развертке	— ЖДУЩ.

Проверка производится синусоидальными, импульсными сигналами и сигналами питающей сети:

а) синхронизация синусоидальными сигналами.

Для проверки используются генераторы ГЗ-102, Г4-119А и Г4-120, сигнал которых подается через аттенуатор 20 дБ.

Частота сигнала, на которой производится проверка, и положение ручек управления прибором представлены в табл. 9.

Минимальный уровень синхронизации проверяют для трех положений ручек смещения по вертикали: среднего положения, когда изображение находится в центре рабочей части экрана, и положений, когда изображение находится по краям рабочей части экрана.

Таблица 9

Частота сигнала	Тип генератора	Положение переключателей			
		СИНХР.	ВРЕМЯ/см	РАСТЯЖКА	ЗАПУСК
20 Гц	ГЗ-102	А и Б	50 ns	ОТКЛ.	~
50 МГц	Г4-119А	А и Б	20 ns	ОТКЛ.	~
250 МГц	Г4-120	А и Б	20 ns	×10	~
		А			

Проверка производится для положений «+» и «—» переключателя ЗАПУСК.

Кроме минимальной величины изображения сигнала синхронизации на частотах 20 Гц, 50 и 250 МГц, проверяется синхронизация при величине изображения 60 мм;

б) синхронизация импульсными сигналами.

На вход осциллографа с генератора Г5-44 подается импульс длительностью 5 нс, частотой следования 10 МГц.

Схема подключения прибора Г5-44 представлена на рис. 22.

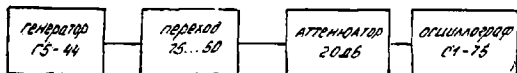


Рис. 22. Схема подключения приборов для проверки внутренней синхронизации

Переключатель ВРЕМЯ/см ставится в положение «20 ns», переключатель РАСТЯЖКА — в положение «×10», переключатель ЗАПУСК — в положение «~», «1:1».

Определяется минимальная величина изображения сигнала

синхронизации импульсами отрицательной и положительной полярностей;

в) синхронизация сигналом сети питания.

Переключатель ЗАПУСК ставится в положение СЕТЬ, переключатель ВРЕМЯ/см — в положение «20 ns», переключатель РАСТЯЖКА — в положение ОТКЛ.

На вход А осциллографа в положении «0,1» переключателя V/см через делитель 1:50 с автотрансформатора ЛАТР-1 подается напряжение питающей сети ( $\sim 10$  В). С помощью ручки УРОВЕНЬ добиться устойчивого изображения сигнала на экране электронно-лучевой трубки.

Проверка производится для положений «+» и «—» переключателя ЗАПУСК.

Результат проверки считается удовлетворительным, если:

а) минимальная величина изображения сигнала синхронизации развертки частотами от 20 Гц до 50 МГц и импульсом длительностью 5 нс не превышает 6 мм, а частотами свыше 50 до 250 МГц не превышает 15 мм;

б) развертка синхронизируется частотами 20 Гц, 50 и 250 МГц при величине изображения 60 мм;

в) при синхронизации импульсным сигналом начало импульса длительностью 5 нс отстоит от начала развертки не менее чем на 15 нс;

г) развертка синхронизируется сигналом питающей сети.

Примечания: 1. Синхронизация считается устойчивой, если неустойчивость не превышает  $0,5 \text{ мм} \pm 0,1 \text{ нс}$ . 2. При синхронизации сигналами низкой частоты допускается сбой фазы запуска развертки, обусловленный случайными помехами (толчки сети питания, помехи генератора сигналов и т. п.).

12.3.3ж. Проверка параметров калибратора амплитуды и времени производится следующим образом.

На вход частотомера ЧЗ-36 с гнезда ВЫХОД калибратора подается калиброванное напряжение и измеряется его период. При этом переключатель калибратора ВКЛ., ОТКЛ. должен быть в положении ВКЛ., переключатель V/см в положении «0,1».

Далее переключатель ВКЛ., ОТКЛ. ставится в положение ОТКЛ. и вольтметром В7-16 измеряется амплитуда калибрационного напряжения. Схема подключения приборов представлена на рис. 23.

Погрешность ( $\delta$ ) определяется по формуле:

$$\delta = \frac{U_{\text{н}} - U}{U_{\text{н}}} \cdot 100\%, \quad (9)$$

где  $U$  — измеренная величина калибрационного напряжения, В;



При проверке погрешности измерений временных интервалов на коэффициентах развертки 2 - 50 нс/см используется генератор Г4-107, на коэффициентах развертки 0,1-5 мкс/см - генератор Г4-102, на коэффициентах развертки 10 мкс/см, 100 мс/см - генератор Г3-102. Ручки управления прибором ставятся в следующие положения:

"V/cm" - "0,2";  
 РЕЗМ в усилителе - А;  
 СИГР. - А и Б;  
 ЗАПУСК. - "1:1", " $\sim$ ", РИУП.;  
 РЕЗМ в развертке - ЦМЦ.

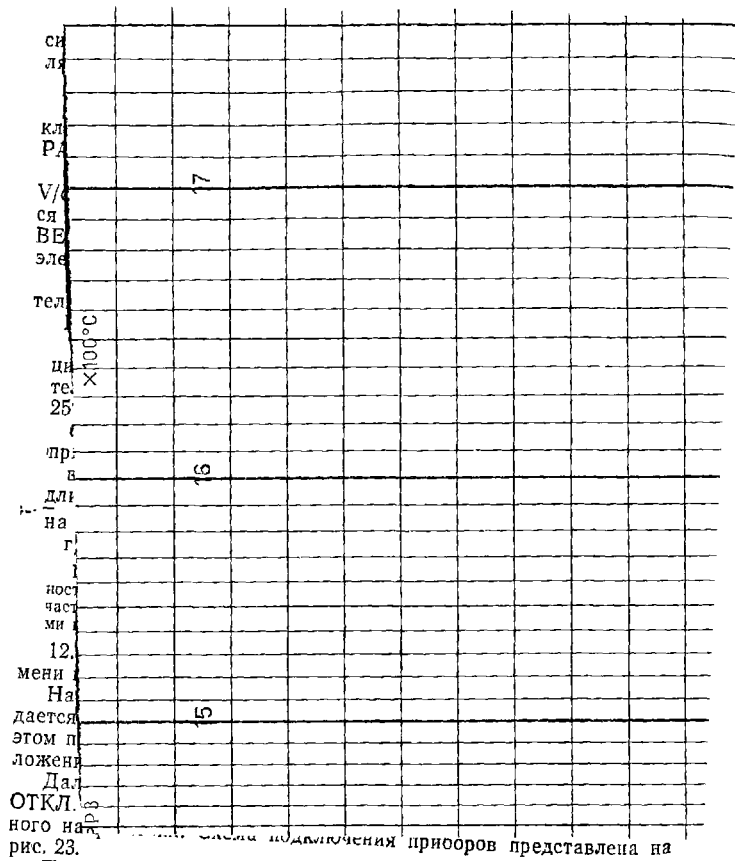
На вход А усилителя вертикального отклонения от генератора подается синусоидальный сигнал.

На экране электронно-лучевой трубки величина сигнала изображения устанавливается удобной для наблюдения (3-4 см).

По калиброванной шкале осциллографа измеряется временной интервал, занимающий участки длиной 4 см в начале, в середине и в конце рабочей части каждого диапазона развертки, кроме того, на развертке 100 мс/см - временной интервал, занимающий участок 10 см.

Порядок проверки погрешности измерения временных интервалов и частоты синусоидальных сигналов для их проверки приведены в табл. 10.

			интервал
20 ns	ОТКЛ.	50 МГц	80 ns
20 ns	$\times 10$	250 МГц	8 ns
50 ns	ОТКЛ.	20 МГц	200 ns
50 ns	$\times 10$	200 МГц	20 ns
0,1 $\mu$ s	ОТКЛ.	10 МГц	400 ns
0,1 $\mu$ s	$\times 10$	100 МГц	40 ns



Погрешность ( $\delta$ ) определяется по формуле:

$$\delta = \frac{U_n - U}{U_n} \cdot 100\%, \quad (9)$$

где  $U$  — измеренная величина калибрационного напряжения, В;

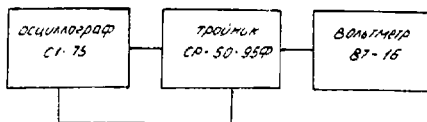


Рис. 23. Схема соединения приборов для проверки амплитуды калибрационного напряжения

$U_n$  — номинальное напряжение калибратора амплитуды, равное 0,5 В.

Проверка формы калибрационного напряжения производится путем подачи на вход А осциллографа в положении «0,1» переключателя В/см с гнезда ВЫХОД калибратора калибрационного напряжения. При этом переключатель РЕЖИМ должен быть в положении А, переключатель ВРЕМЯ/см — в положении «10 мкс», переключатель РАСТЯЖКА — в положении ОТКЛ., переключатель ЗАПУСК — в положении ВНУТР., «~», «1:1».

### Синхронизация развертки внутренняя

Результат проверки считается удовлетворительным, если калибрационное напряжение имеет форму «меандра», период имеет величину  $10 \text{ мкс} \pm 0,2\%$  и погрешность установки амплитуды не превышает  $1,5\%$ , а с учетом производственно-эксплуатационного запаса  $1,2\%$ .

12.3.3и. Определение погрешностей измерения временных интервалов производится методом сравнения показаний испытуемого осциллографа и генераторов синусоидальных сигналов ГЗ-102, Г4-102, Г4-107, период колебаний которых контролируется с помощью частотомера ЧЗ-36.

Таблица 10

Положение переключателя		Эталонная частота	Измеряемый временной интервал
ВРЕМЯ/см	РАСТЯЖКА		
20 нс	ОТКЛ.	50 МГц	80 нс
20 нс	$\times 10$	250 МГц	8 нс
50 нс	ОТКЛ.	20 МГц	200 нс
50 нс	$\times 10$	200 МГц	20 нс
0,1 мкс	ОТКЛ.	10 МГц	400 нс
0,1 мкс	$\times 10$	100 МГц	40 нс

Положение переключателя		Эталонная частота	Измеряемый временной интервал
ВРЕМЯ/см	РАСТЯЖКА		
0,2 $\mu$ s	ОТКЛ.	5 МГц	800 пс
0,2 $\mu$ s	$\times 10$	50 МГц	80 пс
0,5 $\mu$ s	ОТКЛ.	2 МГц	2 $\mu$ s
1 $\mu$ s	ОТКЛ.	1 МГц	4 $\mu$ s
2 $\mu$ s	ОТКЛ.	500 кГц	8 $\mu$ s
5 $\mu$ s	ОТКЛ.	200 кГц	20 $\mu$ s
10 $\mu$ s	ОТКЛ.	100 кГц	40 $\mu$ s
20 $\mu$ s	ОТКЛ.	50 кГц	80 $\mu$ s
50 $\mu$ s	ОТКЛ.	20 кГц	200 $\mu$ s
0,1 ms	ОТКЛ.	10 кГц	400 $\mu$ s
0,2 ms	ОТКЛ.	5 кГц	800 $\mu$ s
0,5 ms	ОТКЛ.	2 кГц	2 ms
1 ms	ОТКЛ.	1 кГц	4 ms
10 ms	$\times 10$	1 кГц	4 ms
2 ms	ОТКЛ.	500 Гц	8 ms
5 ms	ОТКЛ.	200 Гц	20 ms
10 ms	ОТКЛ.	100 Гц	40 ms
20 ms	ОТКЛ.	50 Гц	80 ms
50 ms	ОТКЛ.	20 Гц	200 ms
100 ms	ОТКЛ.	20 Гц	400 ms

Погрешность измерения временных интервалов ( $\delta_t$ ) определяется по формуле:

$$\delta_t = \frac{T - T_x}{T} \cdot 100\%, \quad (10)$$

где  $T$  — образцовый интервал времени (4 периода синусоидального сигнала);

$T_x$  — временной интервал, измеренный осциллографом.

Результат проверки считается удовлетворительным, если погрешность измерения временных интервалов не превышает

$$\pm (5 + \frac{0,4 \text{ нс}}{T_x} \cdot 100) \% \text{ в рабочем диапазоне температур.}$$

Примечания: 1. Перед проверкой погрешности измерения временных интервалов развертка должна быть откалибрована по внутреннему кварцевому генератору в соответствии с указаниями, изложенными в п. 12.3.3ж. 2. На развертке 2 нс/см измеряются два периода синусоидального сигнала частотой 250 МГц на калиброванной части шкалы. 3. На развертке 100 мс/см временной интервал занимает 8 периодов на участке 4 см шкалы, а временной интервал 1 с — 16 периодов (участок длиной 10 см).

12.3.3к. Для проверки рабочей части экрана, толщины линии луча ручки управления прибором ставятся в следующие положения:

РЕЖИМ в усилителе	— А;
V/cm в канале А	— «1»;
ВРЕМЯ/cm	— «20 ns»;
РАСТЯЖКА	— «X10»;
ЗАПУСК	— ВНУТР.;
РЕЖИМ в развертке	— ЖДУЩ.

На вход А осциллографа подается положительный импульс с генератора Г5-53. Частота следования импульса 0,3 кГц. Синхронизация развертки внутренняя. Амплитуда сигнала на экране электронно-лучевой трубки устанавливается равной 60 мм.

Измеряется толщина линии луча на любом участке изображения в любом месте рабочей части экрана при оптимальной фокусировке луча и яркости, достаточных для наблюдения и измерения параметров сигнала с применением тубуса.

Для измерения толщины линии луча допускается применение микроскопа МПБ-2.

Результаты проверки считаются удовлетворительными, если изображение сигнала генератора Г5-53 можно наблюдать и измерять, а измеренная толщина линии луча не превышает 0,8 мм в любом месте рабочей части экрана.

12.3.3л. Проверка сопротивлений входов производится с помощью универсального вольтметра В7-16. Измеряются величины входных сопротивлений во всех положениях переключателя V/cm (по обоим входам) и с выносными делителями 1:10 и 1:50 в положении «0,01» переключателя V/cm. Прибор при этом должен быть выключен.

Емкость выносных делителей измеряется в процессе сборки.

Коэффициент отражения определяется путем измерения амплитуд падающего и отраженных импульсных сигналов на экране электронно-лучевой трубки проверяемого осциллографа. Для определения коэффициента отражения используется схема, представленная на рис. 24.

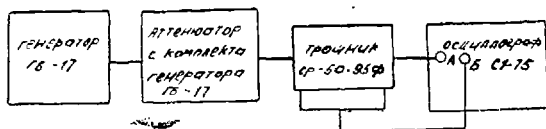


Рис. 24. Схема соединения приборов для проверки коэффициента отражения

Ручки управления прибором ставятся в следующие положения:

РЕЖИМ в усилителе	— А;
ВРЕМЯ/см	— «50 ns»;
РАСТЯЖКА	— ОТКЛ.;
РЕЖИМ в развертке	— АВТ.;
ЗАПУСК	— ВНУТР., «~», «1:1».

На вход А осциллографа непосредственно подключается тройник СР-50-95Ф и на него в положении «0,01» переключателя В/см с генератора Г6-17 через attenuаторы, входящие в его комплект, подается отрицательный импульс.

На второй вход тройника подключается кабель 4.850.011 (с комплекта осциллографа) и измеряется амплитуда отраженного импульса. Далее второй конец кабеля 4.850.011 подключается ко входу Б осциллографа и опять измеряется амплитуда отраженного импульса (рис. 25). Коэффициент отражения ( $K_o$ ) определяется по формуле:

$$K_o = \frac{U_o}{U_n} \quad (11)$$

где  $U_o$  — амплитуда отраженного импульса, когда вход осциллографа согласован;

$U_n$  — амплитуда отраженного импульса, когда вход осциллографа не согласован.

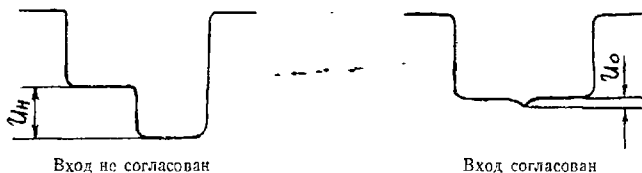


Рис. 25. Осциллограммы напряжений при согласованных и несогласованных нагрузках

Аналогично измеряется коэффициент отражения и по входу Б. Результаты проверки считаются удовлетворительными, если сопротивления входов имеют величины  $50 \text{ Ом} \pm 2\%$ , с выносным делителем 1:10 —  $500 \text{ Ом} \pm 2\%$ , с выносным делителем 1:50 —  $2500 \text{ Ом} \pm 2\%$ , емкость выносных делителей имеет величину не более 1 пФ и коэффициент отражения по обоим каналам имеет величину не более 0,1.

## 12.4. Оформление результатов поверки

12.4.1. Положительные результаты поверки осциллографа должны оформляться путем:

клеяния поверенного осциллографа нанесением оттиска поверительного клейма на пломбы крышек;

выдачи свидетельства о поверке по установленной форме с указанием в нем результатов поверки;

записи результатов ведомственной поверки в формуляре, заверенной подписью поверителя и оттиском поверительного клейма.

12.4.2. Осциллографы, прошедшие поверку с отрицательными результатами, дальнейшей эксплуатации, хранению и выпуску из ремонта не подлежат. На них должно быть погашено поверительное клеймо на пломбах.

В формуляре должны быть отмечены результаты поверки. При этом должно быть выдано извещение о непригодности с указанием причин недопустимости применения осциллографа.

## 13. ПРАВИЛА ХРАНЕНИЯ

13.1. Срок кратковременного хранения осциллографа 12 месяцев. При этом осциллограф должен храниться в отапливаемых хранилищах при температуре воздуха от 5 до 25°C, относительной влажности воздуха до 60% при температуре 20°C.

13.2. При длительном хранении осциллограф должен храниться в условиях:

в отапливаемых хранилищах при температуре воздуха от 5 до 30°C, относительной влажности воздуха до 85% при температуре 20°C;

в неотапливаемых хранилищах при температуре воздуха от минус 40°C до 30°C, относительной влажности воздуха до 95% при температуре 20°C.

Срок хранения осциллографа в отапливаемом хранилище 5 лет.

Срок хранения осциллографа в неотапливаемом хранилище 3 года.

При длительном хранении осциллографа требуется обязательная его консервация.

13.3. Консервация осциллографа производится следующим образом.

Осциллограф и прилагаемое к нему имущество очистить от пыли и грязи. Если до этого осциллограф подвергался воздействию влаги, он просушивается в лабораторных условиях в течение двух суток.

Затем на переднюю и заднюю стенки осциллографа надеть крышки из полистирола ПСБ. Осциллограф с крышками и ящик с ЗИП в отдельности обернуть в один слой оберточной бумагой и вложить в индивидуальные полиэтиленовые чехлы. В чехлы вложить мешочки с силикагелем, после чего чехлы запаять. Затем осциллограф и ЗИП в отдельности еще раз обернуть оберточной бумагой и уложить в картонную коробку. Коробку уложить в транспортный ящик.

Расконсервация осциллографа производится в следующем порядке:

- осциллограф и ЗИП извлечь из картонной коробки;
- осторожно по шву разрезать полиэтиленовые чехлы;
- освободить осциллограф от оберточной бумаги и протереть его сухой мягкой ветошью;
- произвести внешний осмотр осциллографа и ЗИП;
- проверить осциллограф по электрическим параметрам.

## 14. ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ

### 14.1. Тара, упаковка и маркирование упаковок

14.1.1. Осциллограф и ЗИП укладываются в транспортный ящик, предназначенный для предохранения от повреждений при транспортировании, для амортизации применяется гофрированный картон, пенопласт.

14.1.2. Ящик, предназначенный для транспортирования, изготовлен из клееной березовой фанеры, обитой с внутренней стороны битумной бумагой, а снаружи по краям — двумя цельными стальными лентами. Внутренний размер ящика 945×570×400 мм.

14.1.3. Осциллограф упаковывается следующим образом: осциллограф обернуть в один слой парафинированной бумагой, на переднюю и заднюю стенки надеть крышки из полистирола и пылезащитный чехол. Осциллограф и ЗИП в отдельности обернуть в один слой оберточной бумагой и уложить в картонную коробку. Осциллограф в коробке уплотнить прокладками из гофрированного картона и поропласта. Коробку заклеить и перевязать шпагатом.

Осциллограф в коробке и ящик с ЗИП разместить в транспортном ящике таким образом, чтобы зазоры между прибором, ящиком с ЗИП и внутренними поверхностями ящика были равномерными. Все зазоры плотно заполнить гофрированным картоном.



Ящик забить гвоздями вместе с упаковочной стальной лентой, опломбировать.

14.1.4. На транспортный ящик нанести маркировку: на одной боковой и торцевой стенках ящика напести предупредительные знаки: «стрелы», «рюмка», «зонтик», имеющие значения «Верх, не кантовать», «Осторожно, хрупкое», «Бонится сырости», а также масса упаковки в кг. Тип прибора наносится только на боковой стенке.

14.1.5. При повторной упаковке применять тару первичной упаковки, а если не сохранилась — подобрать эквивалентную.

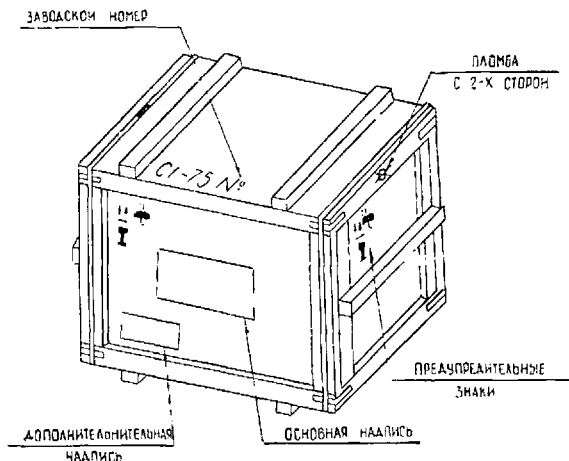


Рис. 26. Схема маркировки:

Основная надпись: адрес получателя.

Дополнительная надпись: вес, габаритные размеры, адрес отправителя.

Высота надписей и размеры предупредительных знаков:

- тип прибора и его заводской номер — 14 мм;
- основная надпись — 25 мм;
- дополнительная надпись — 12 мм;
- предупредительные знаки — 74×105 мм.

## 14.2. Условия транспортирования

14.2.1. Осциллограф должен транспортироваться в условиях, не превышающих заданных предельных условий: температура окружающей среды должна быть от 60°C до минус 50°C, относительная влажность воздуха до 95% при температуре 30°C.

14.2.2. Осциллограф должен допускать транспортирование всеми видами транспорта в транспортном ящике при условии защиты от прямого воздействия атмосферных осадков и пыли. Не допускается кантование осциллографа.

14.2.3. Транспортирование осциллографа самолетом возможно только в герметизированном отсеке. Допускается транспортирование в негерметизированных отсеках самолетов до высоты 5000 м (до 400 мм рт. ст.).

Данные намотки трансформаторов  
и катушек индуктивности

Таблица 1

Данные намотки катушек индуктивности

Обозначение катушки	Марка провода	Диаметр провода, мм	Число витков	Индуктивность	Примечание
У5-Л1—У5-Л8 } У9-Л1—У9-Л3 }	ПЭВ-2	0,33	2	25 нГ ± ±30%	На резисторе ОМЛТ-0,25-560 Ом ± ±10%
У5-Л9, У5-Л10	ММ	0,8	—		Выполнена в виде перемычки
У7-Л1, У7-Л2	ПЭВ-2	0,33	2	30 нГ ± ±30%	
Л1	ПЭВ-2	0,1	2000		
Л2, Л3	ПЭВ-2	0,1	400		

Таблица 2

Данные намотки катушки трансформатора У17-Тр.1

Наименование	Номера обмоток		
	I	II	III
Номера выводов	1, 2	3, 4	6, 5, 7
Марка провода	ПЭВ-2	ПЭВ-2	ПЭВ-2
Диаметр провода, мм	0,35	0,12	0,12
Число витков	12	800	1200
Отвод от витков	—	—	770
Сопротивление, Ом	1	90 ± 10%	150 ± 10% (отвод 100 ± 10%)
Тип намотки	рядовая	в навал	в навал

Данные намотки катушки трансформатора Тр.1

Наименование	Номера обмоток										
	Ia	I6	Экран	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
Марка провода	ПЭВ-2		Лента МЭТ	ПЭВ-2							
Диаметр провода, мм	0,64		0,05Н	0,29	0,31	0,33	0,59	0,64	0,86	0,93	0,59
Число витков	370	350	1,2	22	350	446	139	73	67	59	22
Число слоев	10	10	1,2	7	7	7	3	3	3	3	1
Число витков в слое	72	72	1	22	146	135	77	71	52	48	22
Отводы от витков	334 350	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Изоляция между слоями	Бумага К-120		—	Бумага К-080		Бумага К-120					
Вывод проводов	МГТЛ 0,35										
Число выводов	4	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2
Номера выводов	1, 2, 3, 4	5, 6	7	31, 32	21, 22	23, 24	25, 26	11, 12	13, 14	15, 16	36, 37
Сопротивление при температуре 20±5°С, Ом	4	3,3	—	1,3	18,2	23	2,2	1,1	—	—	—

Таблица 4

## Данные намотки катушки трансформатора У17-У2-Тр.1

Наименование	Номера обмоток			
	I	II	III	IV
Марка провода	ПЭВ-2	ПЭВ-2	ПЭВ-2	ПЭВ-2
Диаметр провода, мм	0,15	0,15	0,15	0,15
Число витков	120	20	15	15
Тип намотки	рядовая	рядовая	рядовая	рядовая
Номера выводов	2, 6, 4	3, 5, 1	7, 9	8, 10
Отвод от витков	60	10	—	—

Таблицы напряжений элементов схем

Величины напряжений, измеренных на выводах транзисторов и микросхем прибора С1-75, приведены в табл. 1—11. Измерения производите относительно корпуса прибором ВК7-3.

Действительные значения напряжений могут отличаться от величин, указанных в таблицах, на 20%.

Органы управления при измерениях установите в следующие положения:

ВКЛ., ОТКЛ. в калибраторе	— ВКЛ.;
РЕЖИМ в усилителе	— А;
V/cm	— «1»;
« ↑ »	— в положение, когда лучи
↓	установлены в средней
ВРЕМЯ/cm	части экрана ЭЛТ;
РАСТЯЖКА	— «1 μs»;
РЕЖИМ	— ОТКЛ.;
ЗАПУСК	— ЖДУЩ.;
«←→»	— ВНЕШ., «~»;
	— в положение, когда луч
	установлен в средней
	части экрана ЭЛТ;
ВКЛ., ОТКЛ. в генераторе	— ВКЛ.

Таблица 1

Величины напряжений на выводах транзисторов платы коммутатора У4

Выводы	Напряжение, В						
	Номера транзисторов						
	T1	T2	T4	T5	T6	T7	T8
Э	0	0	7,0	0,8	7,0	—0,8	—0,8
Б	0,7	0,7	6,2	0	6,2	0	0
К	8,0	7,5	0,7	—4,7	0	1,2	1,2

Продолжение табл. 1

Выводы	Напряжение, В						
	Номера транзисторов						
	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T18
Э	1,1	1,1	1,1	1,1	-0,8	-0,8	8,8
Б	1,9	1,9	1,9	1,9	0	0	8,8
К	6,2	6,2	6,2	6,2	1,2	1,2	2,6

Продолжение табл. 1

Выводы	Напряжение, В						
	Номера транзисторов						
	T19	T20	T21	MC1-1	MC1-2	T22	T23
Э	8,8	-1,4	-1,4	-0,7	-0,7	-2,7	-0,6
Б	7,9	-1,5	-0,7	-0,2	0	-2	0
К	1,8—2,2	8,8	7,9	5,6	0,5	5,6	5,6

Таблица 2

**Величины напряжений на контактах микросхем  
У4-МС2 и У4-МС3 на плате коммутатора У4**

Номера контактов микросхемы	Напряжение, В			
	Режим работы			
	А	Б	ПООЧЕ- РЕДНО	ПРЕРЫ- ВИСТО
У4-МС3				
4	0	0	0	5,6
14	0	0	0	0
У4-МС2				
2	-1,5	0	-1,5	-1,5
4, 14	0	-1,5	-1,5	-1,5
5	-3,9	-3,9	-3,9	-3,9
6	-3	-3	-3,0	-3,0
9	0	0	0	0
12, 16	-1,5	-0,7	—	—
17	-0,7	-1,5	—	—

Таблица 3

**Величины напряжений на выводах транзисторов  
платы усилителя вертикального отклонения У5**

Выводы	Напряжение, В						
	Номера транзисторов						
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
Э	5,4	5,4	7,8	7,8	3,6	3,6	7,6
Б	6,2	6,2	8,6	8,6	4,4	4,4	8,4
К	7,8	7,8	13,5	13,5	7,6	7,6	13,7

Продолжение табл. 3

Выводы	Напряжение, В						
	Номера транзисторов						
	T8	T9	T10	T11	T12	T14	T15
Э	7,6	13	13	17,5	17,5	16,8	16,8
Б	8,4	13,7	13,7	18,3	18,3	17,5	17,5
К	13,7	17,5	17,5	24	24	24	24

Продолжение табл. 3

Выводы	Напряжение, В						
	Номера транзисторов						
	T16	T17	T18	T19	T20	T21	
Э	24	24	6,1	6,1	14	14	
Б	24,7	24,7	6,9	6,9	14,7	14,7	
К	31	31	14	14	26,5	26,5	



Таблица 4

**Величины напряжений на выводах транзисторов  
в схеме усилителя импульсов подсвета У6**

Выводы	Напряжение, В					
	Номера транзисторов					
	У6-Т1	У6-Т2	У6-Т3	У6-Т4	У6-Т5	У6-Т6
Э	-1,7	2	0,6	82	44	0
Б	-0,9	1,3	1,3	81	43	0,6
К	1,3	-7	8,5	44	8,5	8,5

Примечание. При измерении напряжений на выводах транзисторов в схеме усилителя импульсов подсвета ручка **ЯРКОСТЬ** должна находиться в крайнем против часовой стрелки положении.

Таблица 5

**Величины напряжений на выводах транзисторов  
платы генератора развертки У9**

Выводы	Напряжение, В									
	Номера транзисторов									
	Т1	Т2	Т3	Т4	Т5	Т6	Т7	Т8	Т9	Т11
Э	-0,7	-0,7	3,6	3,6	4,3	4,3	6,8	6,8	3,4	9,2
Б	0	0	4,4	4,4	5	5	7,5	7,5	4	9,9
К	4,4	4,4	5,8	4,2	7,5	7,5	9,9	9,9	8,7	14,3

Продолжение табл. 5

Выводы	Напряжение, В									
	Номера транзисторов									
	T12	T13	T16	T17	T18	T21	T22	T23	T24	T25
Э	9,2	9,2	15	15	-8,9	-8,9	-9,7	13,4	-9,7	0
Б	9,7	9,5	14,3	14,9	-8,2	-8,9	-10	12,7	-9	-0,5
К	14,9	14,9	11,9	10,4	-0,3	-0,6	0	-0,2	-0,2	0

Продолжение табл. 5

Выводы	Напряжение, В									
	Номера транзисторов									
	T26	T27	T28	T29	T31	T32	T33	T34	T35	
Э	0	8,8	0,6	0,25— —0,4	8,8	14,7	0,1	0,25	0,2—0,5	
Б	-0,6	9,7	0	0	8	13,7	0,8	-(0,4— —0,5)	-(0,3— —0,6)	
К	0	2,1	14,7	0,3— —0,6	5,4	35	15	0,6—1,2	-(0,3— —0,6)	

Продолжение табл. 5

Выводы	Напряжение, В									
	Номера транзисторов									
	T36	T37	T38	T39	T41	T14	T15	T20	T30	
Э	-5,5	1—3,1	0,7	84,3	105,1	4,7	4,7	0,6	0	
Б	-4,9	0—0,6	1,3	84,6	105	4,4	2,1	1,2	0,6	
К	0	-12,6	15	104,6	90,5	7	9,7	29	29	

Примечание. Перед измерениями напряжений на выводах транзисторов установите ручкой УРОВЕНЬ напряжение, равное 0 на среднем контакте резистора R38 (УРОВЕНЬ).

Таблица 6

**Величины напряжений на выводах  
транзисторов платы усилителя «Х» У11**

Выводы	Напряжение, В							
	Номера транзисторов							
	MC1-1	MC1-2	MC2-1	MC2-2	MC2-3	MC2-4	T2	T3
Э	-0,7	-0,7	-0,75	-0,75	3,3	3,3	7,0	7,0
Б	0	0	-0,1	-0,1	4	3,6— -5,6	6,3	6,3
К	6,3	6,3	8	8	15	3,6— -6,6	0	0

Продолжение табл. 6

Выводы	Напряжение, В							
	Номера транзисторов							
	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12
Э	-0,7	-0,7	-9,3	-9,3	-6,4	-6,4	7,1	-7,1
Б	0	0	-10,1	-10,1	-5,6	-5,6	-6,4	-6,4
К	5	5	-5,6	-5,6	0	0	-0,5	-0,5

Продолжение табл. 6

Выводы	Напряжение, В							
	Номера транзисторов							
	T16	T17	T21	T22	T23	T24	T25	T26
Э	0,65	0,65	0	130	130	0	105	105
Б	-0,1	-0,1	0,65	130	130	0,55	105	105
К	+6	+6	67	105	105	67	67	67

Таблица 7

**Величины напряжений на выводах  
транзисторов платы стабилизатора У14**

Выводы	Напряжение, В								
	Номера транзисторов								
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
Э	-21,8	0	-45	0	-17,5	0	-9,2	+0,74	0
Б	-22,6	-0,67	-44,3	-0,67	-16,85	-0,65	-8,45	+1,47	+0,65
К	-44,7	-21,8	0	-45	0	-8,45	0	+8,7	+29,2

Таблица 8

**Величины напряжений на выводах транзисторов блока питания**

Выводы	Напряжение, В							
	Номера транзисторов							
	T7	T8	T9	T10	T12	T13	T14	
Э	-45,5	-18,1	-9,9	0	30,15	-32	-30,5	
Б	-45	-17,4	-9,15	0,74	29,2	-30,5	-29	
К	0	0	0	8,7	0	-(18— -19)	-(18— -19)	

Таблица 9

**Величины напряжений на выводах стабилизаторов  
платы стабилизаторов У14**

Выводы	Напряжение, В			
	Номера стабилизаторов			
	Д5	Д6	Д9	Д11
+ (плюс)	0	0	-9,1	-5,8
- (минус)	0,58	9,1	0	0

Таблица 10

**Величины напряжений на микросхемах  
платы стабилизаторов У14**

Выводы	Напряжение, В				
	Номера микросхем				
	МС1	МС2	МС3	МС4	МС5
1	—5,8	—5,8	—5,8	—5,8	—5,8
5	—0,695	—0,67	—0,675	1,78	0,68
7	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8
9	—0,01	—0,008	—0,012	—0,012	—0,012
10	—0,015	—0,008	—0,015	—0,015	—0,015

Таблица 11

**Величины напряжений на выводах транзисторов  
высоковольтного блока питания У17**

Выводы	Напряжение, В					
	Номера транзисторов					
	У17-Т1	У17-У2- -Т1	У17-У2- -Т2	У17-У2- -Т3	У17-У3- -Т1	У17-У3- -Т2
Исток, Э	—18,5	—20,5	0	—0,4	35	35
Затвор, Б	—18,6	—20,4	— 0,4	+ (1,5...2)	36	36
Сток, К	0	—32,0	—20,4	—6,2	19	19

Продолжение табл. 11

Выводы	Напряжение, В	
	Номера транзисторов	
	У17-У1-Т1	
Исток, Э	32	
Затвор, Б	32	
Сток, К	35	

# Формы сигналов

## Форма сигналов на элементах платы коммутатора У4

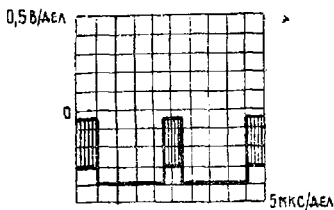


Рис. 1. Контакт 6 микросхемы MC2

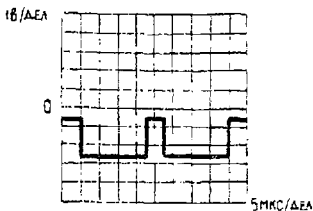


Рис. 2. Эмиттер транзистора T22

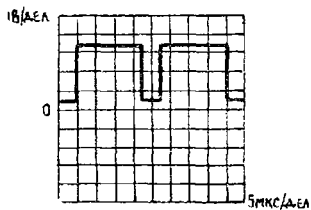


Рис. 3. Коллектор микросхемы MC1-2

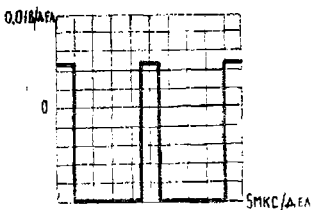


Рис. 4. База микросхемы MC1-1

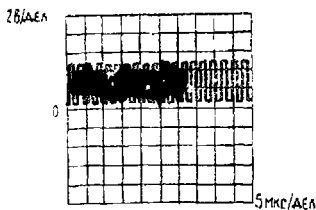


Рис. 5. Контакт 14 микросхемы MC3

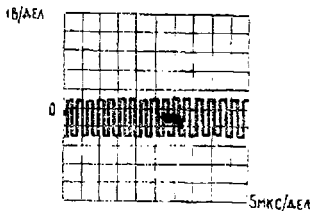


Рис. 6. Эмиттер транзистора T23

Длительность развертки осциллографа С1-75 0,5 мкс/см

# Форма сигналов на элементах платы генератора развертки У9

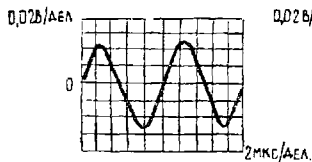


Рис. 7. База транзистора Т2

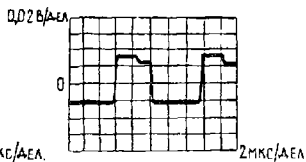


Рис. 8. Коллектор транзистора Т7

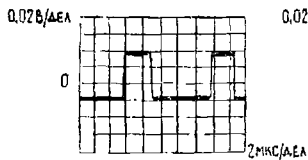


Рис. 9. Коллектор транзистора Т8

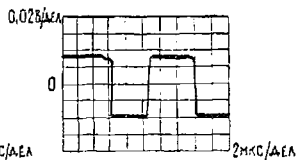


Рис. 10. Коллектор транзистора Т11

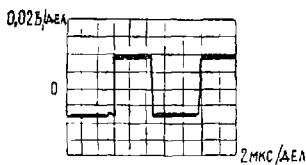


Рис. 11. Коллектор транзистора Т12

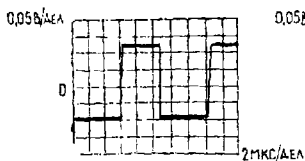


Рис. 12. База транзистора T18

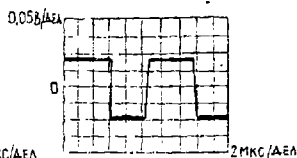


Рис. 13. База транзистора T22

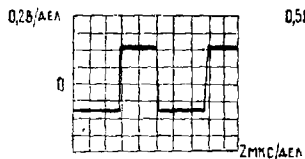


Рис. 14. Коллектор транзистора T22

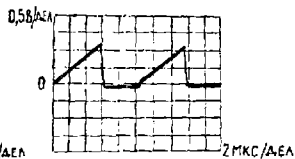


Рис. 15. Коллектор транзистора T24

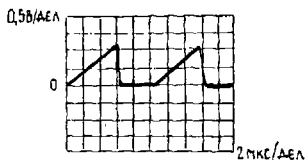


Рис. 16. Эмиттер транзистора T30

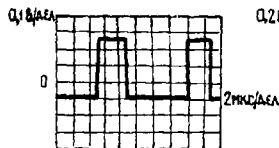


Рис. 17. Коллектор транзистора T14

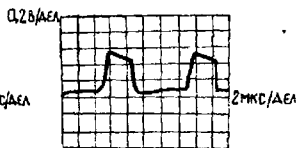


Рис. 18. База транзистора T15



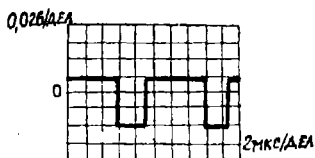


Рис. 19. База транзистора Т13

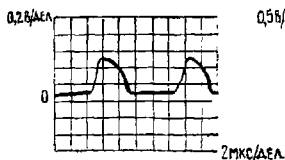


Рис. 20. База транзистора Т31

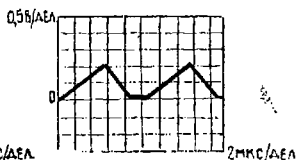


Рис. 21. Эмиттер транзистора Т33

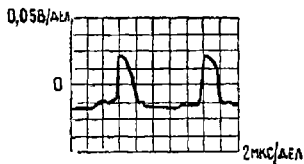


Рис. 22. База транзистора Т26

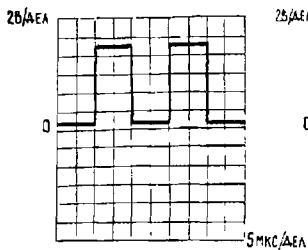


Рис. 23. Коллектор транзистора Т1

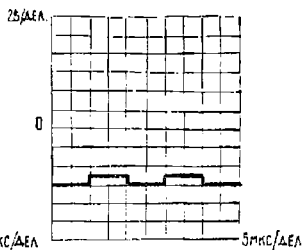


Рис. 24. База транзистора Т3

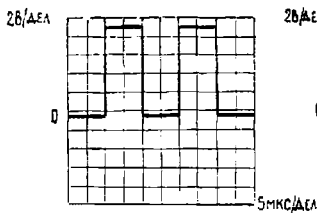


Рис. 25. Коллектор транзистора Т3

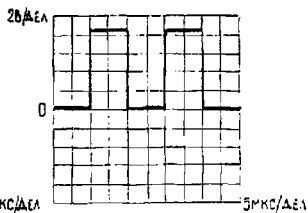


Рис. 26. Эмиттер транзистора Т4

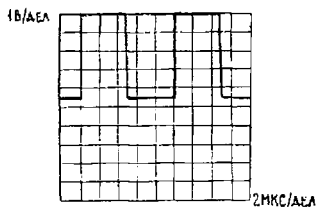


Рис. 27. База транзистора Т6

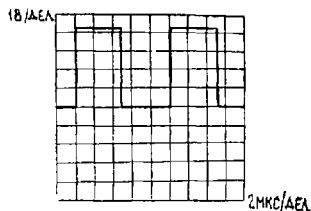


Рис. 28. База транзистора Т2

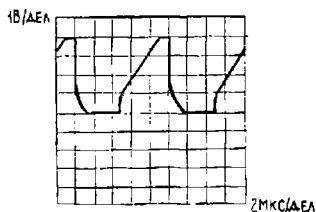


Рис. 29. Коллектор транзистора Т2

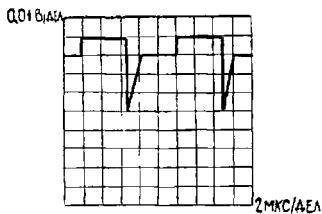


Рис. 30. Точка 2 на плате

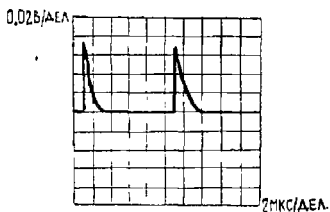


Рис. 31. База транзистора Т1

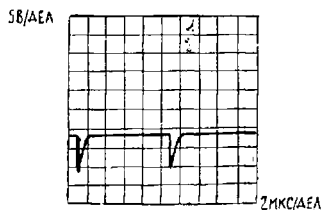


Рис. 32. Коллектор транзистора Т1

# Расположение элементов

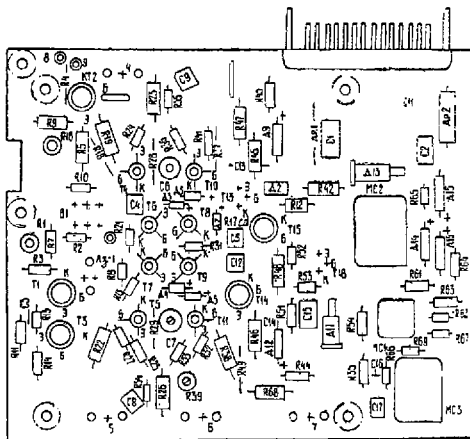
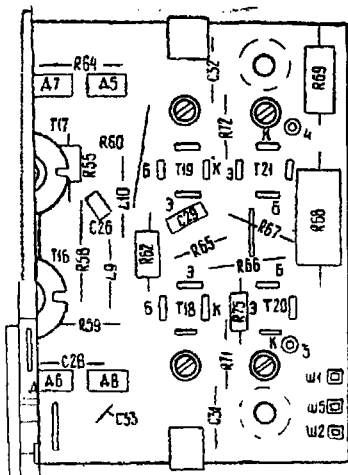


Рис. 1. Расположение элементов на лицевой стороне платы коммутатора



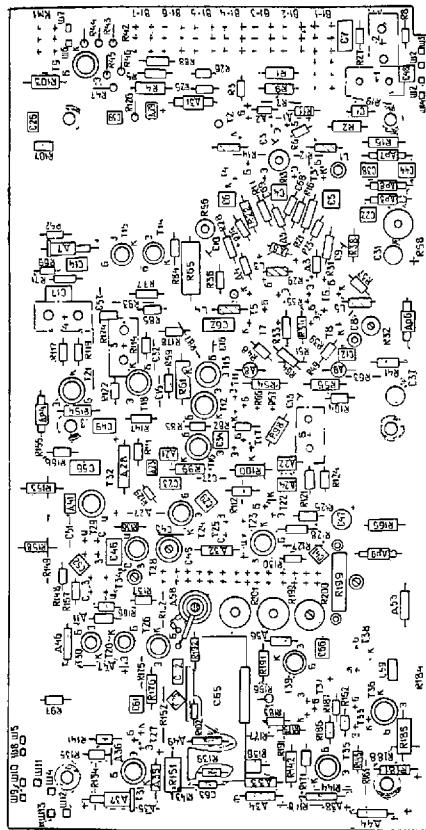
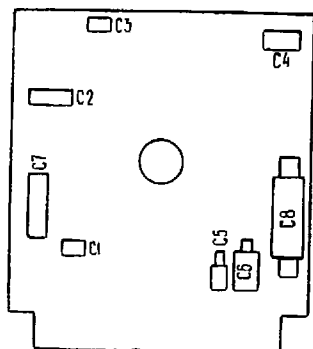
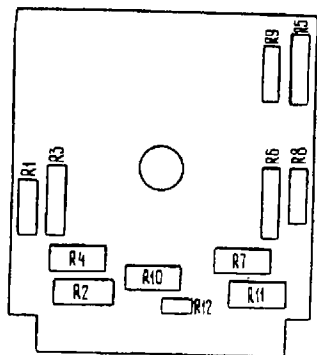


Рис. 5. Расположение элементов на лицевой стороне платы генератора размагнички





*Рис. 7. Расположение элементов  
на плате переключателя развертки*



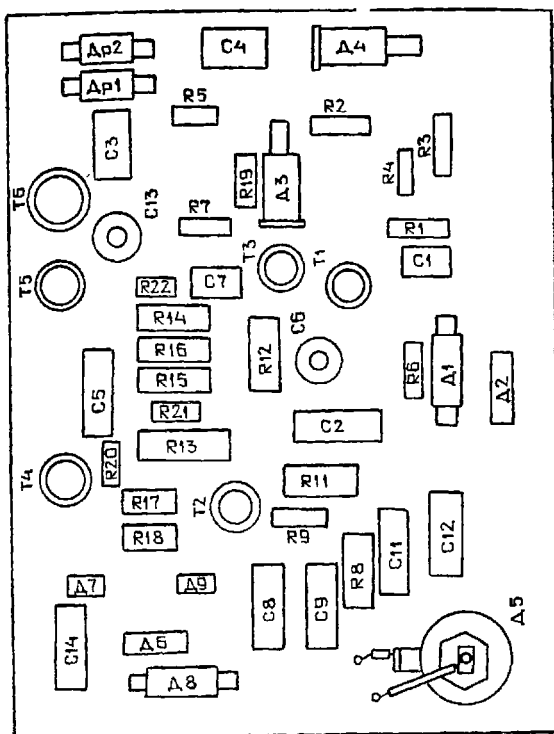


Рис. 9. Расположение элементов на плате усилителя импульсов подсвета

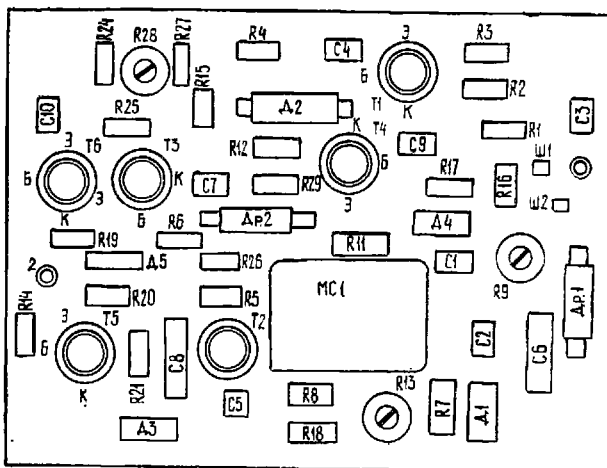


Рис. 10. Расположение элементов на плате генератора импульсов

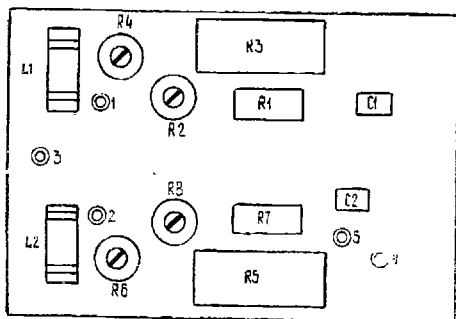


Рис. 11. Расположение элементов на плате чл. 1, 2

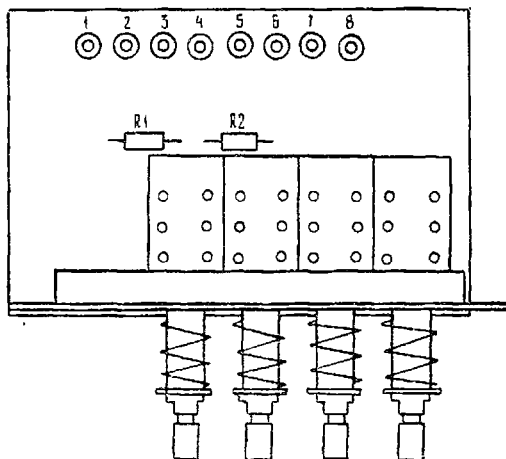


Рис. 12. Расположение элементов на плате управления коммутаторов





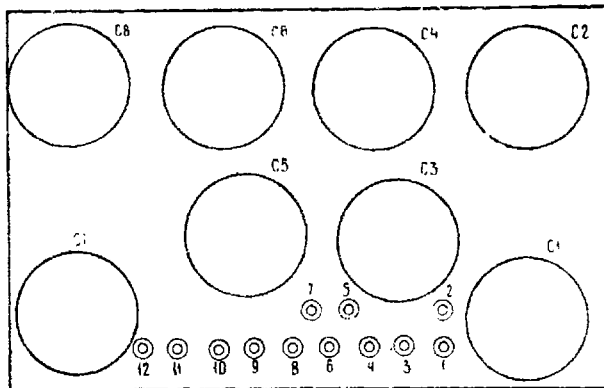


Рис. 16. Расположение элементов на плате конденсаторов

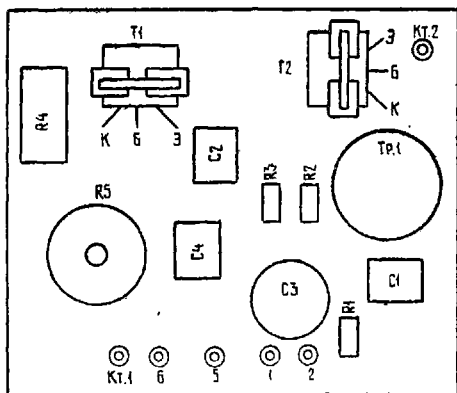


Рис. 17. Расположение элементов на плате преобразователя

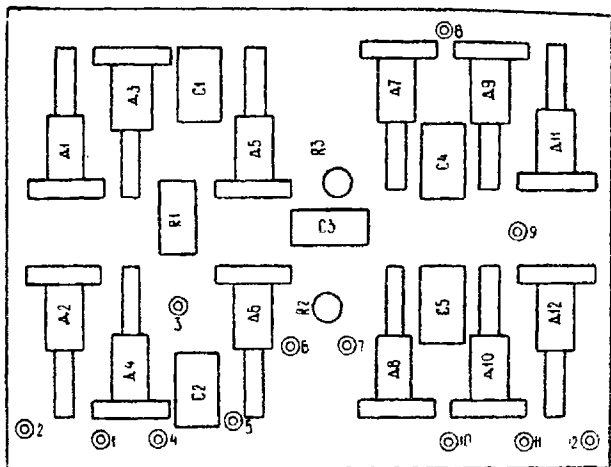


Рис. 18. Расположение элементов на плате мостов

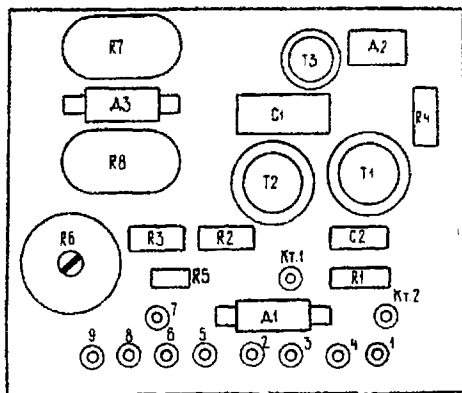


Рис. 19. Расположение элементов на плате стабилизатора

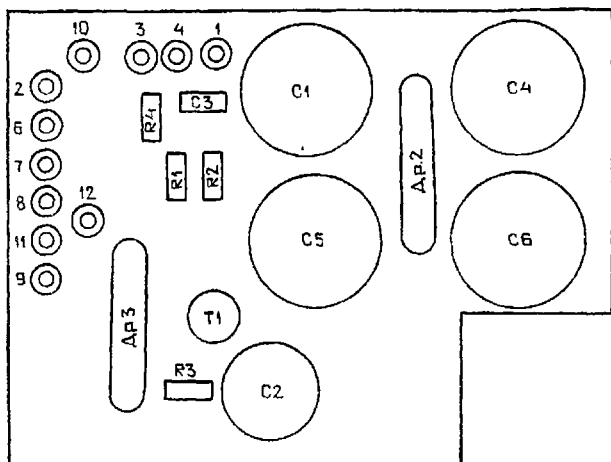


Рис. 20. Расположение элементов на плате фильтров



Схемы принципиальные электрические  
с перечнями элементов

Перечень навесных элементов по всем схемам

Зона	Поз. обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
		Резисторы:		
C4	R1	СПЗ-9а-16-10 $\kappa\text{Ом} \pm 20\%$	1	
B4	R2	СПЗ-9а-16-10 $\kappa\text{Ом} \pm 20\%$	1	
Q20	R3	ПЭВ-10-10 $\text{Ом} \pm 10\%$	1	
F8	R16	ППЗ-47 $\frac{2,2 \kappa\text{Ом} 10\%}{2,2 \kappa\text{Ом} 10\%}$	1	
F8	R18	ППЗ-47 $\frac{470 \text{Ом} 10\%}{470 \text{Ом} 10\%}$	1	
F8	R19	ОМЛТ-0,5-620 $\text{Ом} \pm 10\%$	1	
F8	R22	ОМЛТ-0,5-620 $\text{Ом} \pm 10\%$	1	
F8	R23	ППЗ-47 $\frac{470 \text{Ом} 10\%}{470 \text{Ом} 10\%}$	1	
G7	R24	ОМЛТ-0,5-100 $\kappa\text{Ом} \pm 10\%$	1	
G7	R25	ОМЛТ-0,5-20 $\kappa\text{Ом} \pm 10\%$	1	
F7	R26	ОМЛТ-0,5-1 $\text{МОм} \pm 10\%$	1	
G7	R27, R28	ОМЛТ-2-1,2 $\text{МОм} \pm 10\%$	2	
G7	R29, R30	ОМЛТ-2-1,3 $\text{МОм} \pm 10\%$	2	
G7	R32, R33	ИСП-1-1-А-1 $\text{МОм} \pm 30\%$ ОС-3-20	2	
G7	R34	СПЗ-9а-16-680 $\kappa\text{Ом} \pm 30\%$	1	
G7	R35	ОМЛТ-0,25-680 $\kappa\text{Ом} \pm 10\%$	1	
/10	R38	ИСП-1-1-А-220 $\kappa\text{Ом} \pm 20\%$ ОС-3-20	1	
/11	R39	СПЗ-9а-16-3,3 $\kappa\text{Ом} \pm 20\%$	1	
N16	R43	СПЗ-10а-20-гр.1 $\frac{\text{А-1ВГ-100} \kappa\text{Ом} \pm 10\%}{\text{А-2ВГ-100} \kappa\text{Ом} \pm 10\%}$	1	
Q20	R46	ОМЛТ-2-68 $\text{Ом} \pm 10\%$	1	
Q20	R47	ОМЛТ-0,5-3,9 $\kappa\text{Ом} \pm 10\%$	1	
Q19	R48	ОМЛТ-0,5-3,6 $\kappa\text{Ом} \pm 10\%$	1	
Q19	R49	ОМЛТ-2-100 $\text{Ом} \pm 10\%$	1	
Q19	R50	ОМЛТ-0,5-6,8 $\kappa\text{Ом} \pm 10\%$	1	
Q19	R51	СПЗ-9а-16-100 $\kappa\text{Ом} \pm 20\%$	1	
Q19	R52	ППЗ-40-100 $\text{Ом} 10\%$	1	