

C1-75

ОСЦИЛЛОГРАФ OSCILLOSCOPE

ТЕХНИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ
И ИНСТРУКЦИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ
DESCRIPTION AND OPERATING INSTRUCTIONS

V/O "MASHPRIBORINTORG"

SSSR

MOSKVA

ОСЦИЛЛОГРАФ CI-75
OSCILLOSCOPE

Техническое описание
и инструкция по эксплуатации

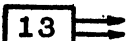
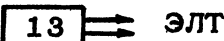
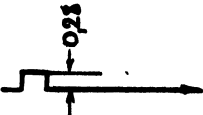
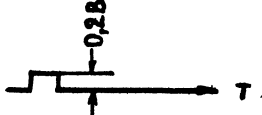
Description and Operating
Instructions



СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
I. Назначение	4
2. Технические данные	5
3. Состав осциллографа	8
4. Устройство, работа осциллографа и его составных частей..	
4.1. Принцип действия	9
4.2. Усилитель вертикального отклонения	II
4.3. Электроннолучевой индикатор	I6
4.4. Усилитель импульсов подсвета	I7
4.5. Схема запуска и формирования пилообраз- ного напряжения	I8
4.6. Усилитель горизонтального отклонения	27
4.7. Калибратор	30
4.8. Генератор импульсов	30
4.9. Низковольтные источники питания	3I
4.10. Высоковольтный источник питания	34
4.11. Конструкция осциллографа	36
5. Маркирование и пломбирование	39
6. Общие указания по эксплуатации	39
7. Указание мер безопасности	40
8. Подготовка к работе	40
9. Порядок работы	42
9.1. Подготовка к проведению измерений	42
9.2. Проведение измерений	46
10. Возможные неисправности и методы их устранения	55
10.1. Общие указания	55
10.2. Перечень вероятных неисправностей	58
10.3. Указания по разборке и сборке осцил- лографа и замене элементов	66
11. Техническое обслуживание	70
12. Поверка осциллографа	71
12.1. Операции и средства поверки	71
12.2. Условия поверки и подготовки к ней	75
12.3. Проведение поверки	77

ЗАМЕЧЕННЫЕ ОПЕЧАТКИ К ТЕХНИЧЕСКОМУ ОПИСАНИЮ С1-75

Номер страницы, строки	Напечатано	Следует читать
1. Стр. 6 строка 4 сверху	2 нс/см....	20 нс/см
2. Стр. 22 строка 8 сверху	У9-Т22 от открыва- ется	У9-Т22 он открыва- ется....
3. Стр. 25 строка 15 снизу	... в цепи У9-Р88...	... в цепи У9-Р88. ..
4. Стр. 179 в рис. 5		
5. Стр. 180 в рис. 6	I 500 Ω	I 50 Ω
6. Стр. 185 "в рис. 17		
7. Стр. 187 строка 6 снизу	;5 вольтметр "	;5 - вольтметр В7-16
8. Стр. 229 R21 R55	ОМЛТ-0,125-24 Ом $\pm$ ± 10	ОМЛТ-0,125-24 Ом $\pm$ $\pm 10\%$
R21 R56	C2-10-0,125-39,2 Ом + 1%	C2-10-0,125-39,2 Ом $\pm$ $\pm 1\%$
9. Стр. 236 Q 20/Ш50	Вилка 2РМ18БПШ1В1 Рlug 2РМ18БПШ1В1	Вилка 2РМ18Б7Ш1В1 Рlug 2РМ18Б7Ш1В1
10. Стр. 239 C4 R16, R17	C2-10-0,25-1,5 кОм $\pm$ ± 1	C2-10-0,25-1,5 кОм $\pm$ $\pm 1\%$

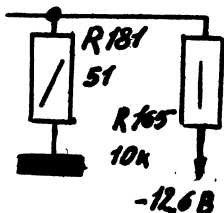
11. Стр.240 В4 R52	C2-10-0,125- -26,4 Ом $\pm$ 5%	C2-10-0,125- -26,4 Ом $\pm$ 1%
12. Стр.241 С4 C12	КД-1-М75-10 пФ+ +10%-3	КД-1-М75-10 пФ+ $\pm$ 10%-3
13. Стр.298 Т23 Тр.1	Плата стабилизатора 6.692.271 1 У1	Плата стабилизатора 6.692.271 1 У3
14. Стр. 294	Схема	См. дополнение

Приложение 5

15. Рис.2	 Д2 2С175	 Д2 2С175А; +15 В(А)
16. Рис.3	У5-С2 4/10 Ш10 Ш10	У5-С2 4/20 Ш10 Ш11
17. Рис.4	У7-Р5 470	У7-Р5 180
18. Рис.6	Р96 20к С38 10,0	Р97 20к С37 10,0
19. Рис.8	Р85 523	Р85 5,97к

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

Номер страницы, строки, позиции, рисунка	Содержание изменения	
	напечатано	следует читать
1. Стр. 4 строка 4	... времени интервалов ...	... временных интервалов ...
2. Стр. 12 строка 10	... в превистом ре- жиме ...	... в прерывистом режиме ...
3. Стр. 29 строка 13	... при измерении	... при изменении
4. Изменена схема стаби- лизатора то- ка (СхЭп.7)	МС5	Т39 см. рис. 1 (дополнение)
5. Изменена схема гене- ратора раз- вертки		См. рис. 2 (дополнение)
По всему тексту	МС1-1 МС1-2	Т14(2Т312Б) Т15(2Т312Б)
6. Схема элек- трическая лист 9, по всему тексту	МС1-1... МС1-4 (2ТС613Б) С4, С5, С7, С9 R7 - 12 кОм	Т1... Т4 (2Т301Е) Аннулированы R7 - 10 кОм
7. Изменена схема гене- ратора раз- вертки (ис- ключена ав- топодстрой- ка)		см. рис. 3 (дополнение)
8. Стр. 269, по всему тексту	МС4	Аннулирована, изменена на 2Т312Б (Т33, Т36, Т38)

Стр. 259, схема электрическая	R13	Аннулирован
9. Изменена схема запуска генератора развертки в однократном режиме		см. рис. 4 (дополнение)
10. Приложение 5 (рис. 6), стр. 285	Д43, Д45	аннулированы R181 ОМЛТ-0,25-51 Ом± ± 10%
		
11. Стр.43 строка 19	... автоколебательный или однократный режим... строки 21-24	... или однократный режим ... изъять
12. Изменена схема низковольтного источника питания (приложение 5 рис. 10) стр. 9 табл. 1	предохранители: ВП1-1 3,0А 2 ВП1-1 1,0А 4 ВП1-1 0,5А 2	см. рис. 5 (дополнение) предохранители: Изъять ВП1-1 1,0А 6 ВП1-1 0,5А 4
13. Стр. 51 строка 11	Запускающий сигнал... синхронизировать развертку Если частота... развертки. строки 23 - 35	аннулировать аннулировать аннулировать
строка 15		

14.Стр.317 Стр.319 Плата филь- тров Стр.321 R7 Приложение 5 (рис. 12)	C22 Др.1 C2-26-0,5-3,32кОм± ±1%	аннулировать аннулировать ОМЛТ-1-20к±10% См. рис. 6 (дополнение)
15. Приложение 5(рис.4), стр.242, 243 Стр. 263 R13 R19 R20, R21 R22 Стр.265 D5 T4,T5 T6 Стр.266 Приложение 5 (рис. 4)	T1,T2 (2Т914), T3 (2Т602Б), Ш17(МРН14-1) C2-26-1-511±2% D816Б Ш1	аннулировать ОМЛТ-1-1,2к±5% ОМЛТ-0,125-3,9к±10% ОМЛТ-0,125-10±10% ОМЛТ-0,125-100к±10% D817A 2Т313Б П308 аннулировать См. рис. 7 (дополнение)
16. Стр. 8 строка 9 снизу	- переход коаксиаль- ный Э2-114/4 ... 2	- переход коаксиаль- ный Э2-114/4 ... 1
17. Стр. 196 строка 12 Приложение 2 табл. 5		См. вкладыш п. 1 (дополнение) См. вкладыш п. 2 (дополнение)
18.Приложе- ние 5 (рис.5)		См. рис. 8 (дополнение)
19. Изменена схема гене- ратора им- пульсов		См. рис. 9 (дополнение)

20. Стр.6

строка 3

снизу

10

6

строка 1

снизу

20

15

Стр.7

строка 2

снизу

10

6

21. Стр.8

строка 1

снизу

Фототубус

1

Фототубус

1

стр.9 стро-

кольцо фототубуса 1

кольцо фототубуса 1

ка 3 сверху

Поставляются при
указании в договоре.

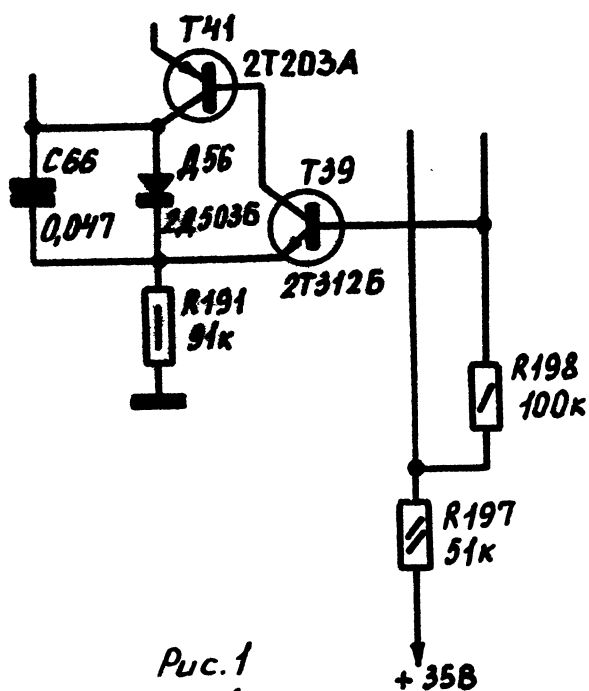
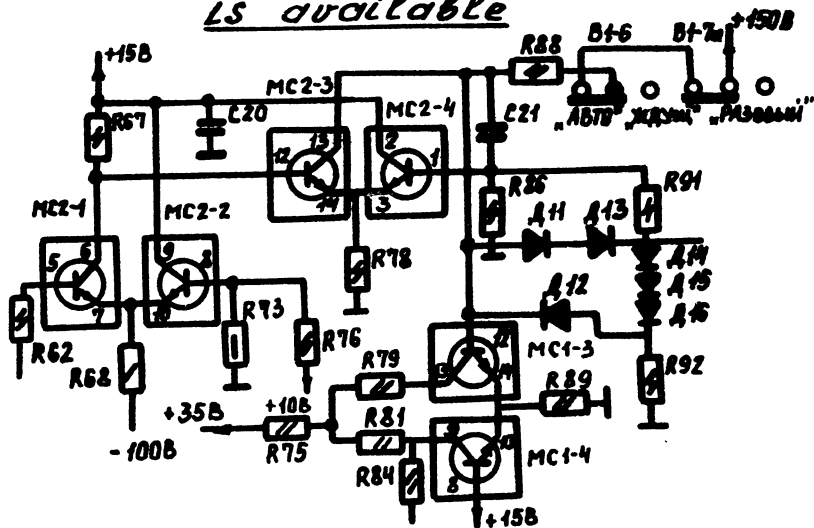
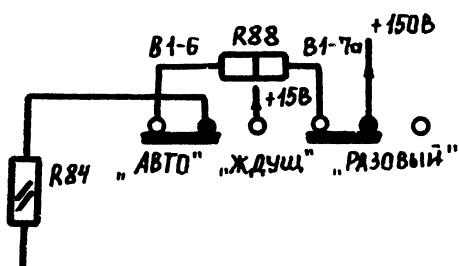


Рис. 1
Fig. 1

*имеется
is available*



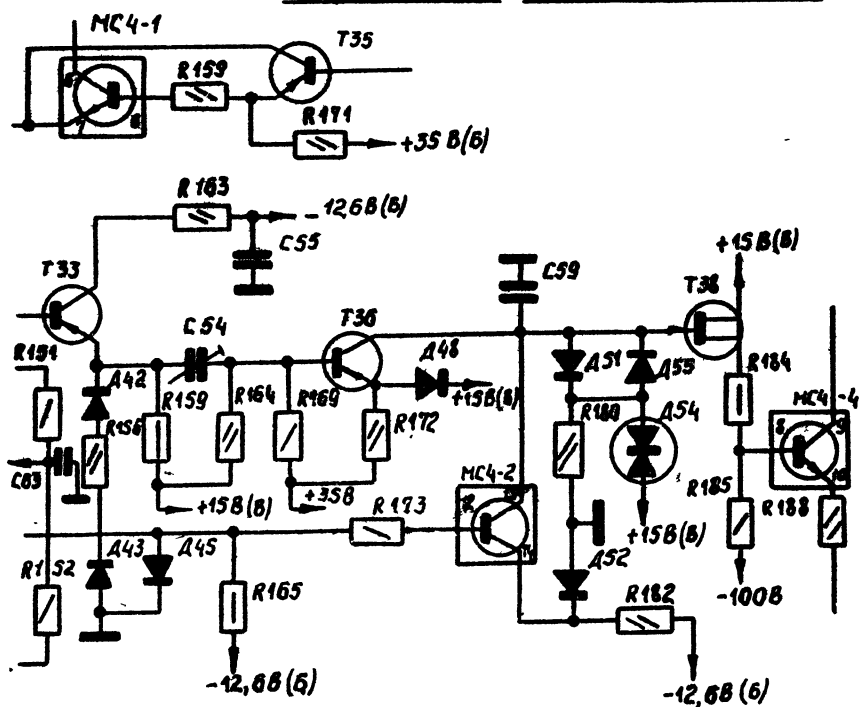
*должно быть
must be*



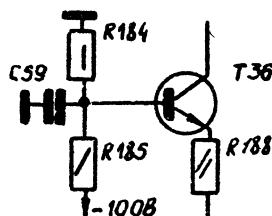
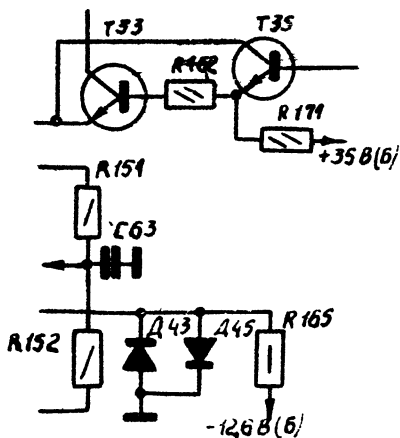
R88 ОМЛТ-1-39kΩ ± 5%

*Рис. 2
Fig. 2*

Умеренно is available



Должно быть must be



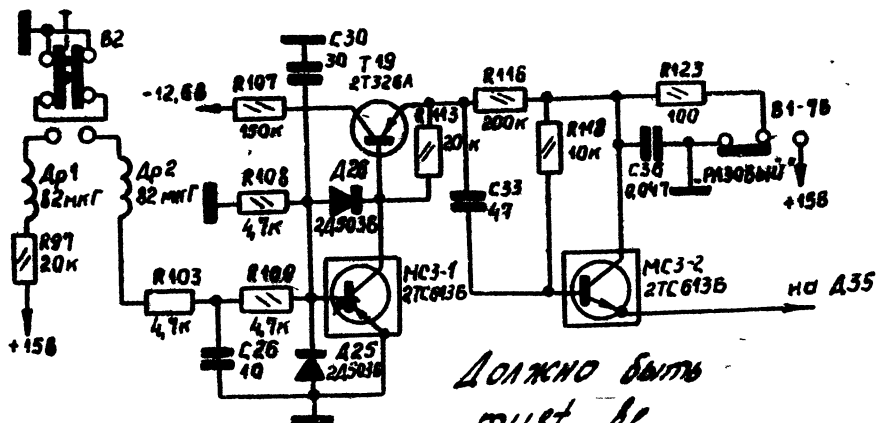
R184 ОМ17-05-68kOM $\pm 10\%$
C59 КД-1-М75-10nF $\pm 10\%$ -3

Рис. 3

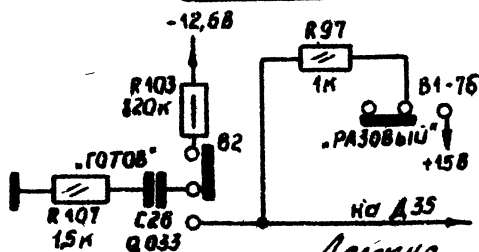
Fig. 3

Умеемса is available.

„ГОТОВ“

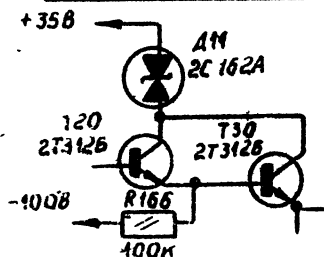
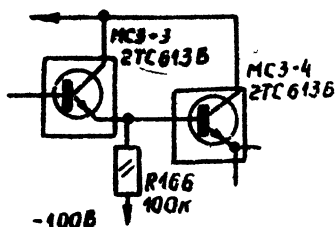


Должно быть must be



Умеемса is available

Должно быть must be



- R97 ОМНТ-0,125-1k0H±10%
 R103 ОМНТ-0,5-820k0H±10%
 R107 ОМНТ-0,125-1.5k0H±10%
 C26 КМ-6-Н80-0,033мкФ
 А11 2C162А
 Т20, Т30 2Т3126

Рис. 4
Fig. 4

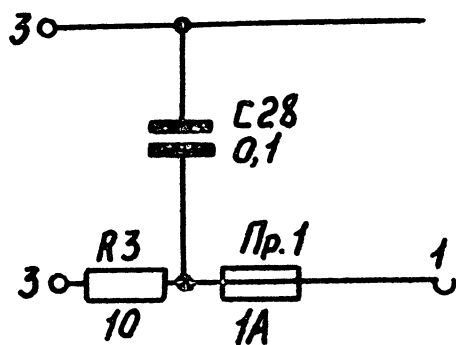
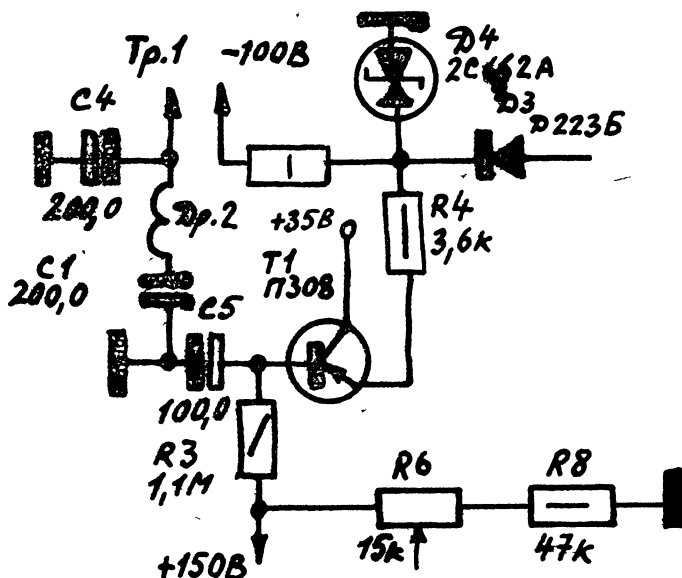
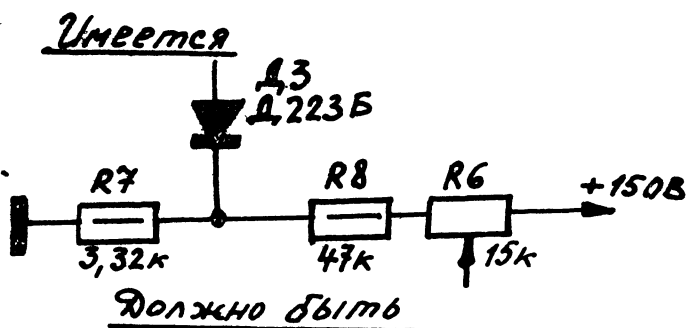


Рис. 5



Введены внобы: С4-к50-6-II-25В-200

С5-к50-6-II-50В-50

24

Р3-ОМЛТ-0,25-1,1МОм ± 10%

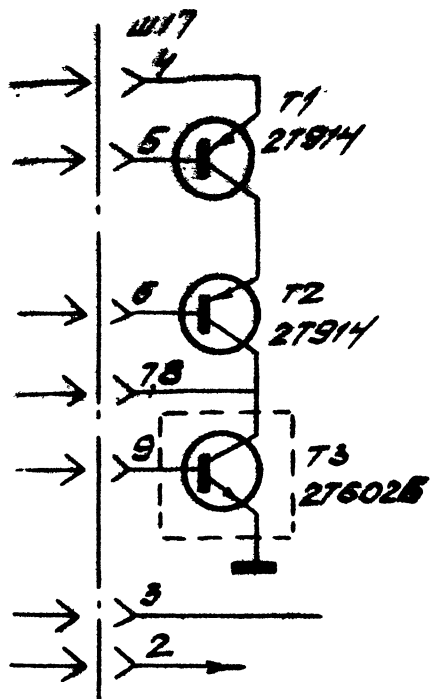
Р4-ОМЛТ-0,5-3,6кОм ± 10%

Т1 - П308

Д4 - 2С162А

Рис. 6.

УМЕТЕР



Аналоговый Бит

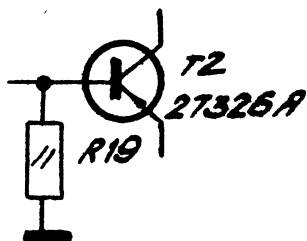
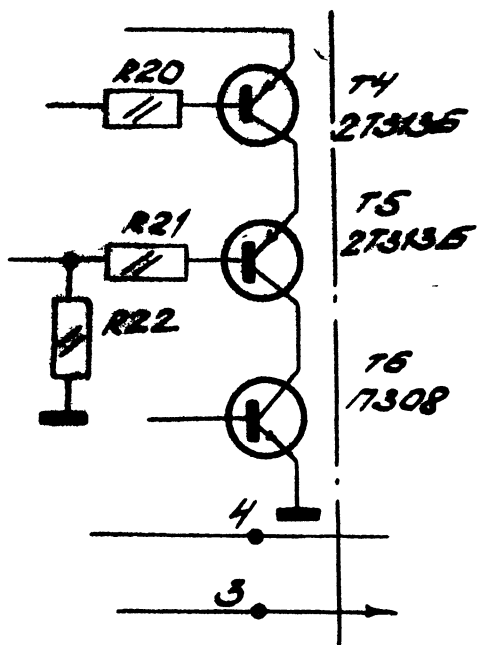


Рис. 7

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

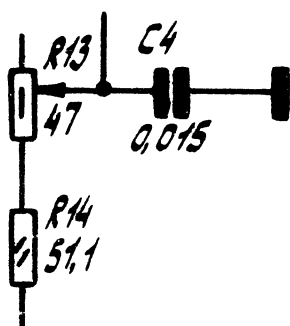
2.

	T1	T2	T3	...	T9	...	T22	T23
2.								
⊖	-0,7	-0,7	2,8	...	2,8	...	-0,7	13,4
⊕	0	0	3;5	...	3	...	-10	12,7
K	3,5	3,5	5,8	...	58	...	-(0...0,5)	-(0...0,5)

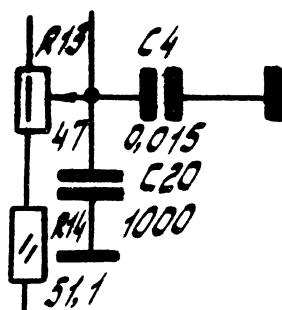
	T24	T25	...	T28	T33
Э	-8,7	0	...	0,1 ... 0,6	- (0,1...0,5)
Б	-9	-(0...0,5)	...	0	0,3 ... 0,7
К	-(0...0,5)	0	...	13	15

	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

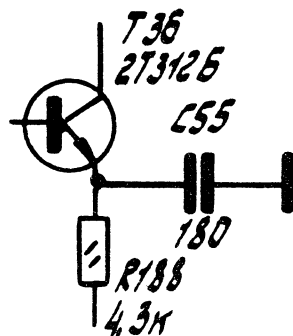
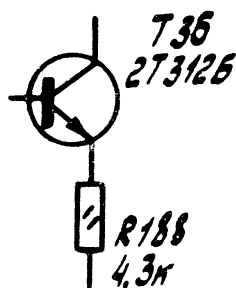
УМРЕМКА
is available



должно быть
must be



C20 KM-58-M750-1000 $\pm$ 10%



C55 KM-58-M750-180 $\pm$ 10%

Рис. 8

Fig. 8

имеется

должно быть

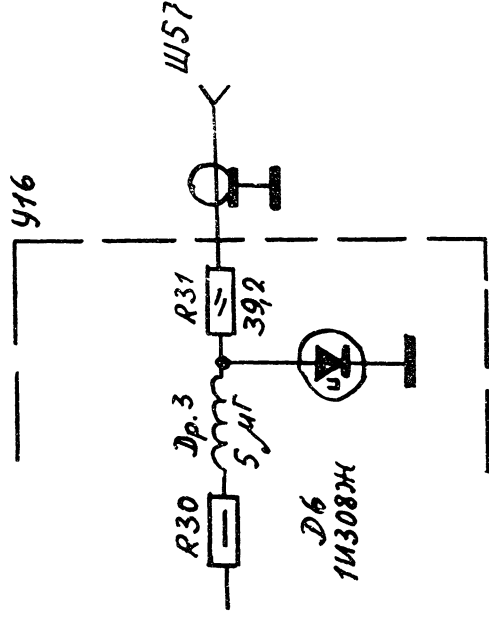
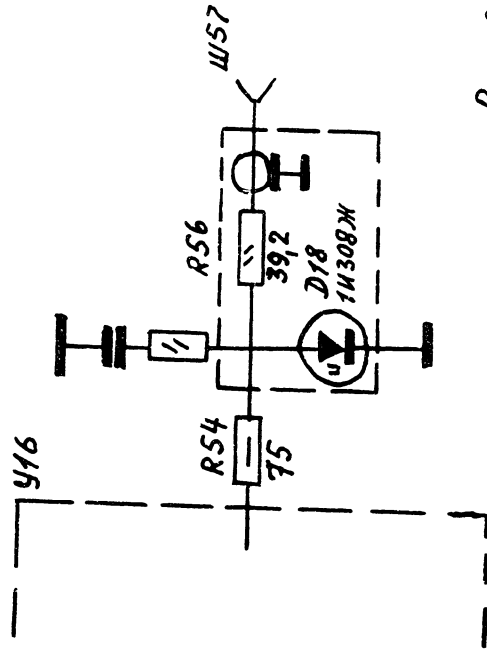
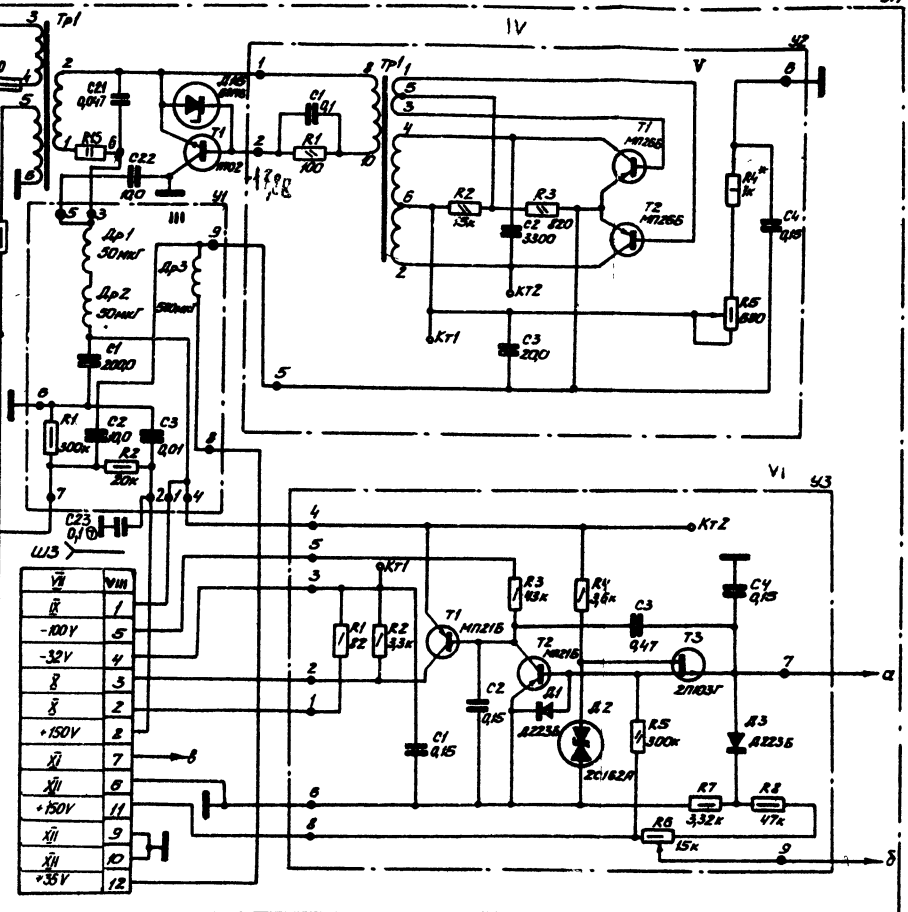
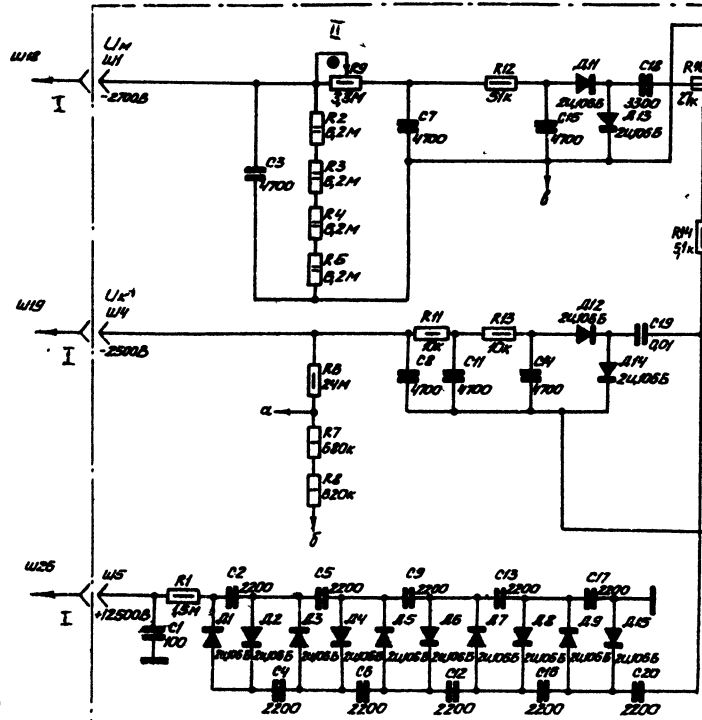


Рис. 9



I3. Правила хранения	87
I4. Транспортирование	88
I4.1. Тара, упаковка и маркирование упаковки	88
I4.2. Условия транспортирования	89
Приложение I. Данные намотки трансформаторов и катушек индуктивности	I89
Приложение 2. Таблицы напряжений элементов схем	I95
Приложение 3. Формы сигналов	210
Приложение 4. Расположение элементов	216
Приложение 5. Схемы принципиальные электриче- ские с перечнями элементов	228

I. НАЗНАЧЕНИЕ

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

I.2. По точности осциллограф соответствует III классу ГОСТ 9810-69.

I.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/м² (460-780 мм рт. ст.).

Питание осциллографа:

- сеть с частотой 50 Гц $\pm 1\%$, напряжением 220 В $\pm 10\%$,
- сеть с частотой 400 Гц $\pm 7\%$, напряжением 115 В $\pm 5\%$ и 220 В $\pm 5\%$.

I.4. В техническом описании приняты следующие условные обозначения:

- ЭЛТ - электроннолучевая 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;
- ⊖ - ручка органа регулирования, находящаяся внутри осциллографа;
- VI-RI - резистор RI, входящий в узел VI;
- VI7-VI-RI - резистор RI, входящий в узел VI, который входит в устройство VI7. Например, резистор RI, находящийся на плате печатного монтажа VI, которая входит в высоковольтный блок питания VI7.

2. ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

2.1. Рабочая часть экрана ЭЛТ осциллографа:

- по горизонтали 100 мм (+50 мм от середины шкалы);
- по вертикали 60 мм (+30 мм от середины шкалы).

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 20нс/см до 100 нс/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

$$\pm(5 + \frac{0,4\text{нс}}{T_x} \cdot 100)\%$$

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 10 мм и более;
- синусоидальными сигналами от 50 до 250 МГц при величине изображения 20 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 В $\pm 1,5\%$ на внешней нагрузке 50 Ом. Период калибрационного напряжения 10 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 (ПРЕРВ-ВИСТО).

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 1 до 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 0,18 до 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 самопрогрева 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 В·А.

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 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 408х220х546 мм.

2.31. Масса осциллографа 23 кг.

3. СОСТАВ ОСЦИЛЛОГРАФА

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

Таблица I

Наименование	Количество	Примечание
Осциллограф CI-75	I	
Ящик укладочный,	I	
в нем:		
- шнур сетевой	I	
- кабель	2	4.850.011
- кабель переходной	I	4.850.009
- кабель соединительный со штекером	I	4.850.008
- переход коаксиальный Э2-114/4	2	
- переход коаксиальный Э2-25	I	
- переход согласующий 75 → 50 Ом	I	
- тройник CP-50-95 ф	I	
- тубус	I	
- фототубус	I	

Наименование	Количество	Примечание
- кольцо фототубуса	I	
- сетка	I	
- коробка,	I	
в ней:		
лампа СМН10-55-2	2	
лампа ИНС-I	2	
предохранители:		
ВП-I 3,0 А	2	
ВП-I 2,0 А	4	
ВП-I 1,0 А	4	
ВП-I 0,5 А	2	
ВП-I 0,25 А	4	
- техническое описание и инструкция по эксплуатации	I	
- формуляр	I	
- комплект комбинированный,	I	
в нем:		
делитель I:10	2	
делитель I:50	2	
насадка емкостная		
разделительная	2	
насадка заземления	2	
переход	2	
штырь заземления	2	
штырь заземления	2	

4. УСТРОЙСТВО, РАБОТА ОСЦИЛЛОГРАФА И ЕГО СОСТАВНЫХ ЧАСТЕЙ

4.1. Принцип действия

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

Осциллограф состоит из:

а) усилителя вертикального отклонения I, в который входят:

- входные делители 2,
- коммутатор 3,
- линия задержки 4,
- оконечный усилитель 5;

б) схемы запуска и формирования пилообразного напряжения 8, в которую входят:

- переключатель входа 9,
 - усилитель синхронизации 10,
 - генератор импульсов запуска 11,
 - схема формирования импульса подсвета 12,
 - генератор пилообразного напряжения 13,
 - схема блокировки 14;
- в) усилителя внутренней синхронизации 6,
 г) усилителя импульсов подсвета 7,
 д) усилителя горизонтального отклонения 15,
 е) генератора импульсов 16,
 ж) калибратора 17,
 з) низковольтного источника питания 18,
 и) высоковольтного источника питания 19,
 к) электроннолучевого индикатора ЭЛТ.

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 величины, 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 электроннолучевой 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 нс.

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 питание ЭЛТ. Он выдает стабилизированные напряжения величиной минус 2500, 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 перекрытием 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 отдельно (А, Б),
- обоих на непрерывной развертке (ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНО),
- обоих во время этой же развертки в прерывистом режиме (ПРЕРЫВИСТО).

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 ПРЕРЫВИСТО, когда генератор пилообразного напряжения не работает и схема развертки подготавливается к следующему запуску, сигнал с частотой 500 кГц, поступающий с мультивибратора, отключался 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-ТЗ, 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-ТЗ. 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 - У1-Р10), 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	+	-	+	То же
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 конденсаторов 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, выполненной 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 микросхемах 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 ПЕРЕРЫВИСТО 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 ПЕРЕРЫВИСТО 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 и 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. Электроннолучевой индикатор

В качестве ЭЛТ в осциллографе используется трубка типа 1ЗЛО105М. В выбранном режиме питания трубки (напряжение катода $U_k =$ минус 2500 В, напряжение модулятора, $U_m =$ минус 2700 В, напряжение послеускоряющего электрода $U_{пу} = 12500$ В) чувствительности отклоняющих пластин равны:

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

Схема электроннолучевого индикатора представлена в приложении 5 (лист 4).

Регулировкой напряжения на контактах 4, 5 панельки ЭЛТ с помощью потенциометров Р32 (АСТИМ.) и Р33 (ФОКУС) соответственно выставляется оптимальная фокусировка луча на экране ЭЛТ.

Регулировкой напряжения на разъеме Ш25 с помощью потенциометра Р34 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-РЗ изменяют напряжение горизонтальной востировки луча, центрируя луч по оси Х.

Регулировкой потенциометра У8-РІ осуществляется дополнительная фокусировка луча.

Регулировкой потенциометра У8-Р8 изменяют напряжение вертикальной востировки луча, центрируя луч по оси У.

4.4. Усилитель импульсов подсвета

Схема усилителя импульсов подсвета формирует прямоугольные импульсы амплитудой около 100 В. Она состоит из предварительного усилителя, собранного по схеме с общей базой на транзисторе У6-ТІ, двух эмиттерных повторителей на транзисторах У6-Т2 и У6-ТЗ и оконечного усилителя на транзисторах ТІ-ТЗ (приложение 5, лист 4). На вход усилителя (У6-ТІ) поступает импульс отрицательной полярности со схемы генератора развертки. Усиленный по току сигнал управляет оконечным каскадом через эмиттерные повторители на транзисторах У6-Т2 и У6-ТЗ.

Выходной каскад выполнен по схеме операционного усилителя с транзисторами разной проводимости. Сигнал с эмиттерного повторителя У6-Т2 поступает на базу транзистора ТІ, а с эмиттерного повторителя У6-ТЗ - на базу транзистора ТЗ. В исходном состоянии оба транзистора открыты, не находясь в области насыщения. Отрицательный входной импульс усиливается транзисторами ТІ и Т2, которые работают на открывание, тем самым обеспечивая линейность усиления импульса подсвета, время нарастания которого около 20 нс. Последовательное соединение двух транзисторов 2Т9І4 (ТІ и Т2) увеличивает суммарное допустимое напряжение коллектор-эмиттер.

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

Резисторы У6-РІ2, У6-РІ4 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 и применена схема автоматической подстройки высокочастотной синхронизации.

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 внешнего сигнала, с усилителя вертикального отклонения при внутренней синхронизации и от силового трансформатора при синхронизации частотой питающей сети. Вид запуска выбирается переключателями ВНЕШН./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 дорастает 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 моностабильный мультивибратор поступает питающее напряжение 150 В. Схема блокировки автоколебательного режима переключается и закрывает схему типа "ИЛИ". В ней устанавливается такой режим, что схема стоит на грани зашпирания.

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/см.

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 $У9-B1-2$ (" $\sim$ / $\approx$ ").

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 "I:I" переключателя ЗАПУСК запускающий сигнал подается непосредственно в схему, а в положении "I:IO" 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 ± 100 мВ.

Регулировка $У9-R13$ служит для балансировки компаратора по посто-

янному току, а также обеспечивает возможность установки нулевого уровня в середине диапазона регулирования регулировки УРОВЕНЬ.

Диоды У9-Д1 и У9-Д2 служат для защиты входных транзисторов.

На выходе компаратора получаются два парафазных сигнала, которые поступают на дифференциальный усилитель (транзисторы У9-Т3 и У9-Т4). В коллекторных цепях этого каскада включена схема выбора полярности, выполненная на диодах У9-ДС1. Она управляется переключателем У9-В1-5 ("+" / "-") и выбирает полярность запускающего сигнала.

При выборе положительного наклона запускающего импульса на коллекторе транзистора У9-Т3 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 сопротивлении 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-МС1-1.

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-МС1-2 открывается, а транзистор У9-МС1-1 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-МС1-1 опять открывается, а транзистор У9-МС1-2 закрывается. Через диод У9-Д9 начинает течь больший ток, но его недостаточно для переключения его в высоковольтное состояние.

Таким образом, формирование отрицательного перепада 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 транзисторами 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 отрица-

тельной 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.

Напряжение на базе транзистора У9-МС5-1 равно напряжению на базе транзистора У9-МС5-2, так как транзистор У9-МС5-1, включенный как диод, обеспечивает компенсацию смещения база-эмиттер транзистора У9-МС5-2. Напряжение на базе транзистора У9-МС5-2 задается точным делителем (приложение 5, лист 7).

Включенные последовательно транзисторы У9-МС5-3 и У9-МС5-4 обеспечивают постоянную нагрузку для транзисторов У9-Т41, У9-МС5-1 и У9-МС5-2.

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-МС1-2 схемы восстановления готовности развертки. Транзистор У9-МС1-2 открывается, а транзистор У9-МС1-1 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 запирающее 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-МС1-2 запирается, а транзистор У9-МС1-1 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.

При исследовании высокочастотных сигналов в момент перехода диода У9-Д9 из низковольтного состояния в высоковольтное может возникнуть нестабильный запуск. Это выражается на экране ЭЛТ в виде расфокусировки сигнала по оси Х не более 0,4 нс.

Для устранения такого явления предусмотрена возможность уменьшения времени блокировки, чтобы ток подготовки в диоде У9-Д9 возникал и стабилизировался до поступления запускающего импульса в схему на двух туннельных диодах. Эту функцию выполняет схема высокочастотной автосинхронизации, построенная на транзисторах У9-Т33, У9-Т36, У9-МС4-2, У9-МС4-4.

Отрицательный импульс запуска, равный длительности выбранной развертки, поступает на базу транзистора У9-Т33. В цепи эмиттера этого транзистора действует ток, который в схеме типа "И" (диоды У9-Д43, У9-Д45 и сопротивление У9-Р156) суммируется с током, создаваемым сигналом подготовки в цепи коллектора транзистора У9-Т31.

Суммарный сигнал тока преобразуется транзистором У9-МС4-2 в импульс напряжения отрицательной полярности.

Отрицательный импульс запуска в эмиттере транзистора У9-ТЗЗ дифференцируется цепочкой У9-С54, У9-Р164 и поступает на базу транзистора У9-ТЗ6. Сигналы в коллекторах транзисторов У9-ТЗ6 и У9-МС4-2 разнополярны. Они суммируются и заряжают конденсатор У9-С59 пропорционально их разности. Это напряжение поступает на затвор транзистора У9-ТЗ8, а с его разделенной нагрузки — на базу транзистора У9-МС4-4. Таким образом происходит изменение величины разрядного тока блокировочной емкости, а значит, и изменение времени блокировки.

Если длительность обоих импульсов, поступающих на конденсатор У9-С59, одинакова, результирующее напряжение на нем равно нулю и ток разряда блокировочной емкости постоянный.

Если сигнал подготовки появится раньше импульса запуска, результирующее напряжение на конденсаторе У9-С59 будет положительным. Через истоковый повторитель на транзисторе У9-ТЗ8 оно поступит на базу транзистора У9-МС4-4 и откроет его, тем самым увеличивая скорость разряда блокировочного конденсатора. При этом сокращается время блокировки и ток подготовки появляется и устанавливается раньше, чем поступит новый запускающий импульс.

На рис. 8, а показаны три комбинации запуска генератора развертки при достижении пикового тока туннельного диода суммарным током запускающего импульса и импульса подготовки.

На рис. 8, б изображен случай точной синхронизации, когда ток подготовки в туннельном диоде У9-Д8 возникает и устанавливается до прихода запускающего импульса. Дополнительный ток до пикового значения будет создаваться только от запускающего сигнала и запуск развертки будет стабильным.

4.5.4. В автоколебательном режиме работы на сопротивление У9-Р88 поступает напряжение 150 В и в цепи У9-Р88 транзистора У9-МС1-3 протекает ток. При этом транзистор У9-МС1-3 будет отпираться, а транзистор У9-МС1-4 запирается, уменьшая запирающее напряжение транзистора У9-Т13. Малейшее изменение напряжения на коллекторе транзистора У9-МС1-1 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-МС1-1 воздействует запирающий перепад напряжения с коллектора транзистора У9-Т27, перепад напряжения в коллекторе транзистора У9-МС1-1, в коллекторах транзисторов У9-Т11 и У9-Т13 вызовет формирование нового импульса для запуска развертки. Схема входит в автоколебательный режим работы. Однако, если при включенном автоколебательном режиме подается запускающий сигнал и диод У9-Д8

формирует импульс запуска, происходит блокирование автоколебательного режима и схема начинает работать в ждущем режиме.

Импульс запуска с диода У9-Д8 поступает на базу транзисторов У9-ТII и У9-МС2-1. На коллекторе транзистора У9-МС2-1 появляется положительный перепад, воздействующий на базу транзистора моновибратора У9-МС2-3, который, изменяя свое состояние, подает отрицательный перепад на базу транзистора У9-МС1-3, запирая его. Транзистор У9-МС1-4 формирует отрицательный перепад, которым запретится транзистор У9-Т13. Поступивший на базу транзистора У9-ТII импульс запуска вызовет на его коллекторе и на коллекторе транзистора У9-Т13 дифференциальный импульс для запуска генератора развертки.

Однако блокирование автоколебательного режима возможно только в том случае, если запускающий сигнал успевает за время подготовки, определяемое выбранной длительностью развертки, перевести в высоковольтное состояние оба туннельных диода, иначе режим генератора развертки остается автоколебательным.

Если частота запускающего сигнала больше 5 Гц, то моновибратор не успевает возвращаться в исходное состояние и режим работы генератора развертки будет ждущим. Если частота запускающего сигнала меньше 5 Гц, то моновибратор успеет вернуться в исходное состояние до прихода следующего запускающего импульса, а значит создаются условия для возникновения автоколебательного режима. Как только закончится время блокировки, наступит автоколебательный режим работы генератора развертки.

Этот процесс повторяется. С приходом каждого сигнала схема будет запускаться, а спустя примерно 200 мс будет наступать автоколебательный режим до прихода следующего запускающего сигнала.

4.5.5. При включении однократного режима напряжение на эмиттере транзистора У9-МС3-2 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-МС1-1 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-МС1-1.

При этом транзистор У9-Т9 также заперт и лампа Л2 не горит. При нажатии кнопки ГОТОВ положительный импульс поступает на базу транзистора У9-МС3-1, а на эмиттере транзистора У9-Т19 появляется отрицательный переходной процесс, который поступает на эмиттер транзистора У9-МС3-2. Этот перепад напряжения запирает диод У9-Д35, и триггер Шмитта переходит в исходное состояние. Транзистор У9-МС1-1 открывает-

ся, 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 опрскинет 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 индицировать 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. 9.

Пилообразное напряжение на вход усилителя горизонтального отклонения поступает прямо (переключатель РАСТЯЖКА в положении "x10") 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/см. В положении "x10" переключателя РАСТЯЖКА входной пилообразный сигнал амплитудой 250 мВ ограничивается на уровне 100 В, а крутизна увеличивается в 10 раз.

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 КОРР. 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 вводится 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 кас-

када через переключатель VII-BI (РАСТЯЖКА). В положении "х10" этого переключателя пилообразное напряжение поступает прямо на дифференциальный усилитель, собранный на транзисторах VII-MCI-1, VII-MCI-2, VII-T2 и VII-T3. В положении ОТКЛ. переключателя VII-BI входной сигнал поступает через делитель 1:10, собранный на резисторах VII-RI - VII-R5. В этом же каскаде осуществляется смещение луча по горизонтали изменением напряжения на базе транзистора VII-MCI-1 с помощью потенциометров R43-1 и R43-2.

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

Потенциометр VII-R22 служит для установки в контрольной точке Кт-1 такого потенциала, при котором электронный луч, выведенный в центр экрана ЭЛТ ручкой " $\longleftrightarrow$ ", не сместился бы при изменении положения переключателя РАСТЯЖКА.

Фазоинверсный каскад выполнен на транзисторах VII-T5, VII-T6 по схеме усилителя с общим эмиттером. В эмиттерной цепи каскада находится регулировка КОРР. (VII-R32), обеспечивающая подстройку коэффициента усиления усилителя. Здесь же осуществляется частичное ограничение амплитуды пилообразного напряжения при смещении и при включенной растяжке.

Полупроводниковые стабилитроны VII-D1 - VII-D4 понижают потенциал выхода фазоинверсного каскада на 15 В, не ослабляя сигнал пилообразной формы. Для выравнивания потенциалов в обоих плечах усилителя предназначен потенциометр VII-R38.

Каскад усилителя-ограничителя выполнен на транзисторах VII-T7 и VII-T8. Каскад ограничивает пилообразное напряжение при смещении луча в крайние положения и при растяжке.

Эмиттерные повторители выполнены на транзисторах VII-T9, VII-T10.

Предоконечный каскад выполнен на транзисторах VII-T11 и VII-T12, 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 (VII-R53). 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 VII-C22 и резистор VII-R66), коммутируемые с помощью реле VII-PI.

Выходной каскад выполнен по схеме операционного усилителя на транзисторах VII-T16, VII-T17, VII-T21-VII-T24 с вспомогательными каскадами (эмиттерные повторители на микросхеме VII-МС2 и транзисторах VII-T11 и VII-T12).

Эмиттерные повторители на транзисторах VII-T16 и VII-T17 обеспечивают режим по постоянному току транзисторам операционного усилителя VII-T21 и VII-T24, а также разделяют их базовые цепи от предоконечного усилителя.

Эмиттерные повторители на транзисторах микросхемы VII-МС2-1 и VII-МС2-2 служат для разделения цепей баз транзисторов VII-T22 и VII-T23 от цепи предоконечного усилителя.

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

Нагрузкой оконечного усилителя служит транзистор противоположной проводимости.

Цепь обратной связи операционного усилителя состоит из сопротивлений VII-R89, VII-R96 и конденсаторов VII-C36 и VII-C38 для плеча с сигналом отрицательной полярности, сопротивлений VII-R88, VII-R95 и конденсаторов VII-C35, VII-C37 для плеча с сигналом положительной полярности. Подстроечные конденсаторы VII-C35 и VII-C36 служат для регулировки линейности на больших скоростях пилообразного напряжения (2 и 5 нс/см). Линейность в конце развертки этих диапазонов регулируется подстроечным конденсатором VII-C42, а также цепью VII-R87, VII-C31, VII-C34.

В операционном усилителе используются транзисторы с противоположной проводимостью типа 2Т602Б (п-р-п проводимость), 2Т914 (р-п-р проводимость). Последовательное соединение транзисторов (VII-T22 и VII-T25, VII-T23 и VII-T26) 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 VII-C33 и VII-C32 на базы VII-T22 и VII-T23, увеличивается. Транзистор VII-T24 открывается больше, создавая малое сопротивление для разряда емкостей коллекторной цепи (собственные емкости и емкости пластин ЭПТ), транзистор VII-T22 открывается сильнее, обеспечивая низкоомный источник тока для заряда емкостей пластин. Во время обратного хода луча развертки процессы проходят наоборот: транзисторы VII-T21 и VII-T25 открываются сильнее, а ток через транзисторы VII-T22 и VII-T24 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-МС1-1 и У12-МС1-2 и работает на частоте 100 кГц (приложение 5, лист 9).

Сигнал с коллектора транзистора У12-МС1-1 подается на усилитель (транзистор У12-МС1-3). Усиленный сигнал поступает на стабилитрон У12-Д2, который работает в импульсном режиме и далее на эмиттерный повторитель (транзистор У12-МС1-4). Нижний уровень сигнала на коллекторе транзистора У12-МС1-3 имеет отрицательный потенциал и закрывает транзистор У12-МС1-4. 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. 10.

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 II). 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 на-

ходится в состоянии, близком к насыщению. Величина коллекторного тока поддерживается постоянной с помощью источника тока на транзисторе У16-Т4. Для повышения его стабильности 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 час-

ти витков первичной обмотки трансформатора TrI 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 напря- жения пульсации (от пика до пи- ка), мВ	Суммарная неста- бильность выходно- го 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 IUT401A, 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 стабилитронов 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 стабилитрона У14-Д9 типа Д818Г, а для источников минус 12,6 и минус 100 В - со стабилитрона 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) слу-
жат 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 процессах.

4.9.7. Защиту по току регулирующих транзисторов Т7-Т10, Т12-Т14
при коротком замыкании на выходе стабилизаторов обеспечивают быстро-
действующие предохранители ВПИ-1 У14-Пр1 - У14-Пр5, а защиту по
напряжению - стабилитроны Д1, Д6, Д11. Защита трансформатора при
коротком замыкании на обмотке обеспечивается предохранителем Пр1
типа ВПИ-1 на 3 А при напряжении сети 115 В и на 2 А при напряжении
сети 220 В.

4.9.8. Напряжение на вход стабилизатора источника 150 В посту-
пает 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 входе
стабилизатора.

Установка выходного напряжения производится с помощью потенцио-
метра 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 резисто-
ра У14-Р15.

4.9.10. Напряжение на вход стабилизатора источника 15 В посту-
пает 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 ($U_{\text{пу}}$) ЭЛТ осциллографа.

Структурная схема высоковольтного источника питания представлена на рис. II.

Высоковольтный источник состоит из следующих основных узлов:

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

Низковольтный стабилизатор обеспечивает стабилизацию всех выходных напряжений от изменения входного напряжения ($U_{\text{вх}}$) 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 ± 2 В в переменное напряжение с частотой 16 ± 1 кГц.

Высоковольтные выпрямители напряжения служат для выпрямления и умножения напряжений, снимаемых со вторичных обмоток, трансформатором 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-У3-Т3 и У17-У3-Т2 (приложение 5, лист 12). Для защиты транзистора У17-У3-Т3 служит стабилитрон У17-У3-Д2 и диод У17-У3-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-У3-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 напряжения 150 В.

Регулировка выходных напряжений преобразователя в заданных пределах производится путем изменения опорного напряжения, снимаемого с движка потенциометра У17-У3-Р6, включенного в цепь делителя напряжения У17-У3-Р6, У17-У3-Р7, У17-У3-Р8.

Регулировка потенциометра У17-У3-Р6 выведена под шлиц на крышке экрана блока.

Выходное 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 ± 1 кГц.

Частоту повторения импульсов можно регулировать с помощью потенциометра У17-У2-Р5.

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 12х15 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 вентиляльных элементов используются малотабаритные 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 8 (рис.12). Ручка может служить подставкой, что создает удобство работы с осциллографом. Чтобы установить ручку в нужное положение, необходимо одновременно нажать с обеих сторон на ее основание и повернуть.

В качестве обшивы применены две П-образные алюминиевые крышки.

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

Охлаждение осциллографа принудительное.

Конструкция и расположение основных узлов прибора показаны на рис. 12, 13, 14.

Основные узлы прибора:

-электроннолучевая трубка 7,

- силовой трансформатор I,
- радиатор с транзисторами питания осциллографа и с платой стабилизаторов,

- высоковольтный блок питания I4,
- линия задержки 4,
- ППМ калибратора UI2,
- аттенюаторы,
- ППМ коммутатора U4-I6,
- ППМ усилителя вертикального отклонения U5,
- ППМ усилителя импульсов подсвета U6-I0,
- ППМ генератора развертки U9-I7,
- ППМ генератора импульсов UI6,
- ППМ усилителя X VII,
- счетчик времени наработки ЭСВ-2,5-I2,6/0.

На лицевой панели осциллографа расположены следующие органы управления и регулировки (рис. I4):

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 ПРЕРВВИСТО обеспечивается двухканальный режим работы;



- служит для перемещения изображения сигнала по вертикали;

V/cm

- 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 ПРОБНИКА

- 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.	- служат 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 ЖДУЩ. (ждущий), АВТ. (автоколебательный) или РАЗОВЫЙ режим работы развертки;
ЗАПУСК	- выбирает вид синхронизации (ВНЕШН., 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, x10, ОТКЛ.	- служит для растяжки в 10 раз коэффициентов развертки, устанавливаемых переключателем ВРЕМЯ/см;
КОРРЕК.	- 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 (OI-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 ПИМ, 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:

- I5; 35 и I50 В - красного цвета,
- минус I2,6 и минус I00 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 осциллограф необходимо распаковать и внешним осмотром убедиться в отсутствии поломок и деформаций.

Состав осциллографа проверяют по формуляру. После этого осциллограф подвергают на функционирование, соблюдая последовательность проверки, изложенную в разделе I2 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  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 од-

ной стороне шильдика находятся надписи 220 В, 50, 400 Гц, а на другой - 220, II5 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/cm

- "10 μs"

ВКЛ./ОТКЛ. в генераторе

- ОТКЛ.;

РЕЖИМ в развертке

- АВТ.;

ЯРКОСТЬ

- в крайнее против часовой стрелки положение

Внимание! Во избежание быстрого выхода из строя электроннолучевой 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 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 " $\leftarrow \rightarrow$ " и " $\updownarrow$ " 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., " $\sim$ ". 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.

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 нс; 0,1; 0,2; 0,5; 1; 2; 5; 10; 20; 50 мс; 0,1; 0,2; 0,5; 1; 2; 5; 10; 20; 50 и 100 мс. Переключатель РАСТЯЖКА растягивает в 10 раз длительность развертки, установленную переключателем ВРЕМЯ/см. С его помощью обеспечиваются коэффициенты развертки 2; 5 и 10 нс/см.

При установке ручки ВРЕМЯ/см в положение "10 мс", а ручки РАСТЯЖКА в положение ОТКЛ. на экране ЭЛТ воспроизводится 10 периодов калибрационного сигнала.

Ручку ВРЕМЯ/см установите в положение "0,1 мс", а ручку РАСТЯЖКА – в положение "x10". На экране ЭЛТ воспроизводится 10 периодов калибрационного сигнала.

9.1.3. Переключатель ЗАПУСК служит для выбора источника запуска развертки. Положения ВНУТР. I:I и ВНУТР. I:10 используются при внутреннем запуске развертки исследуемым сигналом, положение СЕТЬ – при запуске развертки внутренним сигналом с частотой питающей сети, положение ВНЕШН. I:I, ВНЕШН. I:10 – при запуске развертки внешним сигналом. Положения " $\sim$ " и " ∞ " выберут открытый или закрытый вход как при внутреннем запуске развертки, так и при внешнем.

Положения "+" и "-" переключателя ЗАПУСК позволяют выбирать полярность запуска развертки. Положение "+" используется 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 "I:I" переключателя ЗАПУСК запрещается подача сигнала с амплитудой больше 3 В.

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

Автоколебательный режим развертки используйте для наблюдения периодических сигналов. В этом случае ручкой СТАБИЛЬНОСТЬ можно изменить частоту автоколебаний развертки и добиться устойчивой синхронизации на высоких частотах.

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 положение "0,1" переключателя В/см 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 вращении 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 " $\longleftrightarrow$ " предназначена для смещения изображения исследуемого сигнала по горизонтали. Стрелки " $\leftarrow$ " и " $\rightarrow$ " указывают направление смещения сигнала на экране ЭЛТ. Ручка " $\longleftrightarrow$ " 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 " $\up$ " и " $\down$ " указывают направление смещения сигнала на экране ЭЛТ.

9.1.8. Ручкой V/см переключается входной делитель исследуемого сигнала - изменяется коэффициент отклонения осциллографа. Подайте на вход А усилителя в положении "0,2" переключателя V/см сигнал собственного калибратора. Поверните ручку V/см последовательно вправо и влево от положения "0,2". При повороте ручки V/см 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 А развертка синхронизируется только сигналом

канала А, а при установке в положение А и Б – сигналом любого из каналов.

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

9.1.10. Переключатель **РЕЖИМ** усилителя обеспечивает следующие режимы работы: канал А, 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 положение **АВТ.**; при этом на экране ЭЛТ должно быть изображение одного луча, который должен смещаться при вращении ручки "  " 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 "  ". То же самое проделайте при установке переключателя **РЕЖИМ** усилителя в положение **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 μ s";
РАСТЯЖКА	- ОТКЛ.;
V/см	- "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 КОРРЕК., 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 установите 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 равное 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 подразделению (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 одноканальный 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 сигнала 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 цепи 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 ± 3 В. Следовательно, в положении 0,01 переключателя В/см входное напряжение не должно превышать ± 3 В. В других положениях переключателя В/см 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 заложённых резисторов не превышает 0,5 Вт, величина максимального допустимого постоянного напряжения, подаваемого на делитель, не должна превышать ± 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, применённых в делителе, возможен перегрев на 30°C . Если перегрев будет больше 30°C , резисторы будут разрушаться.

Диаграмма на рис. 15 дает возможность определить максимальное пиковое импульсное напряжение, которое может быть входным для импуль-

сов с частотой повторения менее одного в минуту, т.е. 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. 16.

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_I , делитель не будет поврежден, если выполняется условие (3):

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

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

Пример I. Допустим, имеется однократный сигнал с амплитудой, длительностью и периодом следования, как показано на рис. 17.

Необходимо определить положение переключателя V/cm , 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, $^{\circ}C$;

C_R - тепловая емкость. Для резисторов типа С2-10:

$$C_R = 3 \cdot 10^{-3} \text{ Дж}/^{\circ}C.$$

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):

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

где R_t — тепловое сопротивление. Для резисторов типа С2-10:

$$R_t \approx 55$$

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

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°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 В/см, на котором можно исследовать эту серию импульсов, будет:

$$\frac{30}{300} = 0,1 \text{ В/см}.$$

Положения 0,01; 0,02 и 0,05 переключателя В/см использовать нельзя, так как они приводят к превышению предела 300 делений шкалы

или 3 В. Положение 0,2, 0,5 и I переключателя В/см можно использовать.

Пример 2. Исследуемый сигнал (рис. 18) имеет постоянный уровень порядка I В; амплитуда импульсов 60 В, частота следования I импульс в минуту.

Необходимо определить длительность импульса TI и положение переключателей В/см, которое можно использовать.

Мощность, которая выделяется вследствие воздействия постоянного уровня:

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

Мощность, выделяемая импульсом:

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

Тогда из неравенства (3)

$$72 \cdot T \leq 0,1 - 0,2 \cdot 0,02 = 0,096,$$

$$T \leq 0,13 \text{ мс.}$$

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

Положение переключателя В/см, которое можно использовать:

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

Кроме положения 0,2 В/см можно использовать положение 0,5 и I В/см.

Пример 3. Имеется входной импульс длительностью 2 мс и частотой следования $F = 5$ Гц (рис. 19). Необходимо определить максимальную амплитуду импульса, которую можно подать на вход прибора и положение переключателя В/см, которое можно использовать.

Из уравнения (1):

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

$$P \leq 25 \text{ Вт,}$$

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

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

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

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. Запускающий сигнал с частотой выше 5 Гц будет блокировать автозапуск и синхронизировать развертку.

В ждущем режиме развертка запускается только при наличии запускающего сигнала. Если частота сигнала запуска не превышает 5 Гц, необходимо пользоваться только ждущим режимом развертки.

При включении переключателя РАЗОВЫЙ 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.

В автоколебательном режиме при наличии запускающего сигнала развертка запускается как и в ждущем режиме. Однако при отключении сигнала запуска возникает кратковременное прекращение запуска развертки. Это обусловлено блокировкой схемы автоколебаний запускающим сигналом. Время блокировки равно примерно 0,8 с. Автоколебательный режим восстанавливается после окончания блокировки, т.е. примерно через 0,8 с после отключения сигнала запуска.

Если в автоколебательном режиме установлен малый коэффициент развертки, а запускающий сигнал имеет малую частоту следования, то сигнал запуска может не блокировать схему автоколебаний – происходит фальшзапуск. Он может быть устранен переключением в ждущий режим, получением соответствующего запуска и затем обратным переключением в автоколебательный режим.

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 наг-

рузка 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.

Выборанный источник запуска может быть подключен непосредственно к усилителю синхронизации (положение "I:I") или через аттенуатор (положение "I:10"). В положении "I:I" максимальный диапазон регулировки уровня запуска составляет ± 100 мВ, в положении "I:10" составляет ± 1 В. Максимальный по амплитуде сигнал, который может быть подан на внешний вход запуска развертки, составляет 3 В в положении "I:I" и 5 В в положении "I:10". Положение "I: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 "I:10" уровень шумов будет ниже 5 мВ и не будет влиять на запуск развертки. Открытый или закрытый вход запуска выбирается переключателями " $\sim$ " 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 сигнала, 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 нс/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 CI-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 даст 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 осциллографа 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 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 гайками закрепите фототубус из комплекта осциллографа. Фотографирование производите фотоаппаратом типа "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 I/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. 20.

10. ВОЗМОЖНЫЕ 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 нужным 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).
Электроннолучевая трубка	Позволяет определить работоспособность осциллографа. При работе генератора развертки в автоколебательном режиме (переключатель развертки РЕЖИМ в положении АВТ.), а коммутатора в режиме

Органы контроля работоспособности осциллографа	Выполняемая функция
Кнопка ПОИСК ЛУЧА	ПООЧЕРЕДНО на экране ЭЛТ должны быть две линии развертки, которые должны смещаться по вертикали и по горизонтали с помощью ручек " $\longleftrightarrow$ " и " $\updownarrow$ "
Лампочка ГОТОВ	Позволяет вывести в пределы экрана ЭЛТ луч при нарушении работы вертикального или горизонтального каналов и тем самым определить, какой из каналов - "X" или "Y" неисправен. Свидетельствует о работе генератора развертки. При изменении длительности разверток должна 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 В $\pm 1,5\%$ типа "меандр" с периодом 10 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;
- калибровку коэффициентов развертки;
- действие растяжки $\times 10$;
- все виды синхронизации развертки;
- работу коммутатора во всех режимах;
- коэффициент отклонения по вертикали;
- параметры переходной характеристики и т.д.

Проверка производится следующим образом. На вход А осциллографа в положении "0,1" переключателя V/cm с гнезда ВЫХОД калибратора подается калибрационное напряжение. Ручки управления осциллографом устанавливаются в следующие положения:

- V/cm - "0,1";
- РЕЖИМ в усилителе - А;
- СИНХР. - А;
- ВРЕМЯ/cm - "10 μ s ";
- РАСТЯЖКА - ОТКЛ.;
- ЗАПУСК - ВНУТР., " $\sim$ ", "1:1";
- РЕЖИМ в развертке - АВТ.

Далее в соответствии с п. 9.1.13 произведите калибровку коэффициентов развертки и коэффициентов отклонения по обоим каналам, а также проверку действия регулировок V/cm.

Одновременно с проверкой калибровки коэффициентов развертки и коэффициентов отклонения произведите проверку внутренней синхронизации в ждущем режиме от канала А.

Для проверки внутренней синхронизации по каналу Б переключатель СИНХР. установите в положение А и Б.

Проверку внешней синхронизации произведите следующим образом. С помощью тройника СР-50-95Ф из комплекта осциллографа подайте сигнал калибратора одновременно на вход А и на вход синхронизации. Ручки управления осциллографом установите в следующие положения:

- РЕЖИМ в усилителе - А;
- V/cm - "0,1";
- ЗАПУСК - ВНЕШН., " $\sim$ ", "1:1";
- РЕЖИМ в развертке - ЖДУЩ.

Ручкой УРОВЕНЬ добейтесь устойчивого изображения сигнала на экране ЭЛТ.

Затем выключите калибратор (переключатель калибратора ВКЛ./ОТКЛ. в положении ОТКЛ.) и включите генератор. С гнезда ВЫХОД $\surd$ генератора на вход А осциллографа в положении "0,05" переключателя V/cm подайте импульс генератора. Переключатель ЗАПУСК установите в положение ВНУТР., " $\sim$ ", "1:1, СИНХР. - А и Б, ВРЕМЯ/cm - "20 ns ", РАСТЯЖКА - "x10", РЕЖИМ в развертке - ЖДУЩ., "+". Ручкой УРОВЕНЬ добейтесь устойчивого изображения сигнала на экране ЭЛТ. Проверьте время нарастания и выброс на переходной характеристике в канале А.

Для проверки переходной характеристики в канале Б импульс генератора подайте на вход Б осциллографа, переключатель РЕЖИМ в усилителе установите в положение Б, переключатель СИНХР. - в положение А и Б.

Если в результате этих проверок причин неисправностей не обна-

ружено, отыщите дефектную деталь. Визуально проверьте те части осциллографа, в которых предполагается повреждение. Многие повреждения могут быть обнаружены путем визуальной проверки, например отпаянные проводники, повреждение провода, вышедшие из строя детали и т.д.

10.2. Перечень вероятных неисправностей

10.2.1. Перечень возможных неисправностей, их признаки и способы устранения приведены в табл. 5.

Таблица 5

Наименование неисправности, внешнее проявление и дополнительные признаки	Возможная причина	Метод устранения
1. Не включается напряжение (не загорается сигнальная лампочка СЕТЬ).	Не подключен шнур питания к осциллографу. Обрыв шнура питания Перегорел предохранитель сети. Неисправный тумблер включения сети.	Подключить. Исправить. Сменить. Сменить.
2. При включении прибора перегорает предохранитель Пр1 (2А или 3А в зависимости от напряжения питающей сети).	Повреждение в одном из выпрямителей или стабилизаторе.	Отыскать поврежденный элемент и заменить.
3. При включении осциллографа перегорает один из предохранителей, расположенных на ШИМ стабилизаторов.	Повреждение в электронном стабилизаторе, соответствующем стораемому предохранителю.	Отыскать поврежденный элемент и сменить
4. Нет луча на экране ЭЛТ.	Асимметрия в усилителе вертикального отклонения.	Проверить режимы в соответствии с таблицами напряжений и сменить неисправный элемент.

Наименование неисправности, внешнее проявление и дополнительные признаки	Возможная причина	Метод устранения
5. При подаче на вход усилителя сигнала на экране ЭЛТ нет изображения.	Не подается высокое напряжение на ЭЛТ.	Проверить контакты в панельке трубки и в высоковольтном блоке питания.
	Неисправна ЭЛТ. Неисправен генератор развертки.	Сменить. Проверить режимы в соответствии с таблицами напряжений и сменить неисправный элемент.
	Повреждение в средствах, с помощью которых подается сигнал на вход усилителя. Повреждение во входном делителе. Повреждение в коммутаторе.	Найти и отремонтировать. Найти и отремонтировать. 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).	Повреждение в усилителе.	Проверить режимы в соответствии с таблицами напряжений и сменить неисправный элемент.
	Нет контакта в разъеме Ш5.	Проверить и исправить.
	Неисправен переключатель УЗ-ВІ. Неисправность в коммутаторе.	Проверить и исправить. Проверить режимы в соответствии с таблицами напряжений и сменить неисправный элемент.

Наименование неисправности, внешнее проявление и дополнительные признаки	Возможная причина	Метод устранения
7. Не калибруется коэффициент отклонения.	Повреждение в калибраторе. Повреждение во входном делителе. Поврежден высоковольтный блок питания.	Найти поврежденный элемент и сменить. Найти неисправность и устранить. Проверить и исправить.
8. Не работает генератор развертки.	Поврежден переключатель У9-В1. Поврежден один из транзисторов схемы.	Проверить и исправить. Проверить режимы в соответствии с таблицами напряжений и сменить неисправный элемент. Проверить и исправить.
9. Нет калибрационного сигнала.	Неисправен переключатель У12-В1. Неисправен один из транзисторов микросхемы У12-МС1.	Сменить.
10. Не работает генератор импульсов.	Диод Д18 имеет плохой контакт. Неисправен один из транзисторов схемы.	Проверить и исправить. 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 ЗЛТ. Результат считайте удовлетворительным, если напряжение U_k = минус 2500 В $\pm 1\%$.

Если величина напряжения отличается от указанной, произведите подстройку с помощью резистора У17-У3-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;

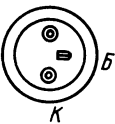
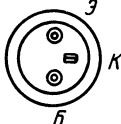
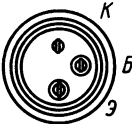
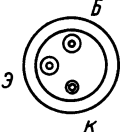
У4-С11 - для подстройки величины выброса и времени нарастания по каналу Б.

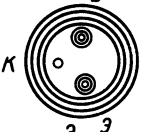
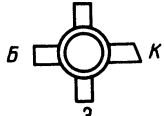
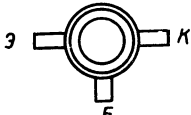
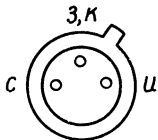
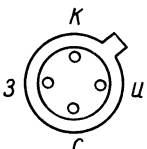
Элементы подстройки, расположенные на плате усилителя вертикального отклонения:

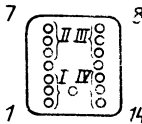
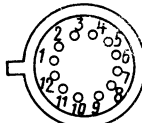
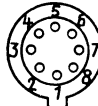
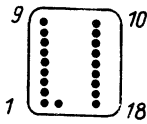
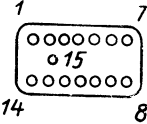
У5-Р5 и

- 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		
Полевой транзистор 2П03		
Полевой транзистор 2П303		

Обозначение транзистора, микросхемы	Расположение выводов	Примечание
Микросхема 2Т06ІЗБ		Транзистор К Б Э I 2 I 3 II 6 5 7 III 9 8 IO IV I3 I2 II
Микросхема ІУТ40ІА		
Микросхема ІНТ59І		Транзистор К Б Э I 8 7 6 II 2 3 4
Микросхема 2Т0І8І		
Микросхема 2ТК23І		

В табл. 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-СІ3, У5-СІ2, У5-СІ7, У5-СІ9, 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-ІІ и У7-І2.

Элементы подстройки, расположенные на плате развертки:

У9-РІ3 - 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:

УІ2-РІІ - для установки амплитуды калибрационного напряжения.

Элементы подстройки, расположенные на плате усилителя Х:

УІІ-Р22 - для центровки луча по горизонтали;

УІІ-Р38 - для выравнивания потенциалов на базах транзисторов УІІ-Т7 и УІІ-Т8;

УІІ-С35 } - для подстройки длительности развертки на диапазонах
УІІ-С36 } 20 и 50 нс/см;

УІІ-С22 - для подстройки длительности развертки на диапазоне 2 нс/см;

УІІ-С25, УІІ-С27, УІІ-Р87, УІІ-С3І, УІІ-С34,

УІІ-С42 - 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 импуль-

сов:

У16-R9 - для выбора рабочей точки транзистора У16-Т3;

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.

10.2.6. При нарушении влагозащитного покрытия печатных плат в процессе эксплуатации и ремонта прибора поврежденные места очистите бязевым тампоном, смоченным спирто-бензиновой смесью, просушите в течение 30-40 мин при температуре от 18 до 35°C, затем покройте двумя слоями влагозащитного лака и просушите в течение 5-6 ч при температуре от 18 до 35°C.

После ремонта осциллографа произведите проверку его параметров на соответствие техническим данным, оговоренным в разделе 12.

10.3. Указания по разборке и сборке осциллографа и замене элементов

10.3.1. Для проведения ремонтных работ снимите обшивку осциллографа и откройте радиатор. Обшива 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 20 (рис. 14) и снимите его;
- снимите сетчатый фильтр 21 (рис. 14);
- снимите световод подсвета шкалы ЭЛТ;
- отсоедините от разъема высоковольтного блока анодный вывод ЭЛТ 13 (рис. 13); отверните корпус вывода и снимите его; отпаяйте контакт; освободите вывод от крепящих лепестков;

- отверните два винта, крепящих ШМ 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-Р1 (на контакте II), У8-Р2 (на контакте 9), У8-Р3 (на контакте IO), У8-Р4 (на контакте 8), У8-Р8 (на контакте 6), Р34 (на разъеме Ш25).

Далее в соответствии с разделом I2 настоящего описания (п. I2.5.4) произведите проверку несовпадения линии луча с линиями шкалы и при необходимости произведите подстройку с помощью резисторов R18 и R19. *R16*

Проверьте калибровку коэффициентов развертки и коэффициентов отклонения в обоих каналах в соответствии с разделами 9 настоящего описания (п. 9.1.I2). 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., "∞" , I:I ;

СИНХР. - А и Б;

ВРЕМЯ/cm - "20 ns ";

РАСТЯЖКА - "x10";

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 п.п. I2.5.9-I2.5.II. При необходимости произведите подстройку с помощью резисторов У7-R2, У7-R4, У7-R6 и У7-R8.

Ю.3.3. Снятие высоковольтного блока питания У17 14 (рис. I3) 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 I2, II (рис. I3);
- отверните три винта, крепящих блок, и снимите его. Затем снимите крышку блока, которая крепится двумя винтами, и произведите замену любой поврежденной детали.

Ю.3.4. Замену силового трансформатора I (рис. I2) произведите следующим образом:

- отпаяйте монтажные провода от выводов 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

Ю.3.5. Снятие ШИМ 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 ШИМ, и снимите ее.
- 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 I6 (рис. I3) произведите следующим образом:

- отверните четыре винта, крепящих экран I5 (рис. I3), и снимите его;

- снимите разъем;

- снимите кнопку СИНХР., находящуюся на лицевой панели прибора 23 (рис. I4);

- выверните ось, на которой была установлена кнопка СИНХР.;

- отверните четыре винта, крепящих ШМ;

- 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 аттенюаторов производите следующим образом:

- снимите плату коммутатора, как указано в пункте 10.3.6;

- снимите ручки и отверните гайки, крепящие аттенюаторы к передней панели;

- отверните винт, крепящий кронштейн к боковой стяжке прибора;

- со стороны лицевой панели отверните гайки, крепящие разъемы входов А и Б;

- снимите аттенюаторы вместе с кабелями;

- отверните три винта, крепящих экран аттенюатора 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 9 (рис. I2) на оси переключателя, находящуюся около передней стенки прибора, и сдвиньте ее вплотную к кулачку;

- снимите держатель ШМ;

- выньте плату переключателя из разъема;

- снимите плату оси.

10.3.9. Снятие платы генератора развертки У9 I7 (рис. I3) производите следующим образом:

- снимите плату переключателя, как указано в пункте 10.3.8;

- снимите разъем I8 (рис. I3) и одноконтактные 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 одноконтактных 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 6 (рис. 12) 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 "X" У11 производите следующим образом:

- отверните два винта, крепящих муфту 5 (рис. 12) к оси потенциометра, выведенного на переднюю панель (КОРРЕК.), и выньте ось;
- снимите кнопку РАСТЯЖКА 22 (рис. 14) 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 регулировка 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 контровки, состояние монтажа и паяк, 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 СИ-75.

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

12.1. Операции и средства поверки.

При проведении поверки должны производиться операции и применяться средства поверки, указанные в табл. 7.

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	-	-	-	-

Продолжение таблицы 7

Номер пункта раздела поверки	Наименование операций, производимых при поверке	Поверяемые отметки	Допускаемые значения погрешностей или предельные значения определяемых параметров	Средства поверки	
				образцовые	вспомогательные
I2.3.3а	Определение времени нарастания переходной характеристики	-	1,5 нс	Г6-Г7	-
I2.3.3б	Определение выброса и времени установления переходной характеристики	-	не более 10% $\tau_{уст.} = 7,5 \text{ нс}$	Г6-Г7	-
I2.3.3в	Определение неравномерности вершины установившегося значения переходной характеристики	-	3%	Г5-53 Г6-Г7	-
I2.3.3г	Определение коэффициента отклонения	Погрешность калибровки отклонения: в рабочих условиях; с выносными делителями	3% 5% 6%	Г5-53 В7-Г6	- - -

Номер пункта раздела поверки	Наименование операций, производимых при поверке	Поверяемые отметки	Допускаемые значения погрешностей или предельные значения определяемых параметров	Средства поверки	
				образцовые	вспомогательные
I2.3.3д	Определение погрешности коэффициента разверток	-	-	Г4-107 ЧЗ-36 ГЗ-102 Г4-102	-
I2.3.3е	Определение режимов запуска разверток	ждущий; автоколебательный однократный	-	-	-
I2.3.3ж	Определение параметров калибратора амплитуды и времени	Калибрационное напряжение; период; погрешность установки амплитуды	"меандр" с $h_y = 0,5B \pm 1,5\%$ $I_{0мкс} \pm 0,2\%$ 1,5%	В7-16 ЧЗ-36	-
I2.3.3и	Определение режимов работы коммутатора	-	-	-	-
I2.3.3к	Определение параметров генератора импульсов	Амплитуда импульсов Время нарастания Выброс	от 0,18 до 0,3 В 0,5 нс 5%	С7-11	-

Примечания: I. Вместо указанных в таблице образцовых и вспомогательных средств поверки разрешается применять другие ана-

- логичные 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 I 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; $R_n = 50 \text{ Ом}$	0,01 u + + 0,001 u _{max}	Г5-53	-
	неравномерность	1%	-	-
Генератор сигналов специальной формы	$\tau_{\Phi} \leq 0,15 \text{ нс}$ 2 В	-	Г6-17	-

Наименование средств поверки	Основные технические характеристики средства поверки		Рекомендуемое средство поверки (тип)	Примечание
	пределы измерения	погрешность		
Вольтметр цифровой	0,1...1000 В	$0,1+0,01 \frac{U_K}{U_X}$	-	-
	0,1 кОм - - 10 МОм	$0,2+0,02 \frac{R_K}{R_X}$	B7-I6	-
Частотомер электронно-счетный	10 Гц...50 МГц	-	ЧЗ-36	-
Осциллограф	$\tau_H = 0,07$ 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 ± 5 К ($20 \pm 5^\circ\text{C}$);
- относительная влажность воздуха $65 \pm 15\%$;
- атмосферное давление 100 ± 4 кН/м² (750 ± 30 мм рт.ст.);
- напряжение источника питания $220 \text{ В} \pm 2\%$, 50 ± 1 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 применяемых средств поверки.

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

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

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

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, находящегося 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

- "1"

ВКЛ./ОТКЛ. в калибраторе - ОТКЛ. (переключатель не нажат);

РЕЖИМ в усилителе - ПООЧЕРЕДНО;

ФОКУС, АСТИГМ. - в средние положения;

РАСТЯЖКА - ОТКЛ;

ВРЕМЯ/cm - "10 мкс";

ВКЛ./ОТКЛ. в генераторе - ОТКЛ;

РЕЖИМ в развертке - АВТ;

ЯРКОСТЬ - в крайнее против часовой стрелки положение.

Внимание! Во избежание быстрого выхода из строя электроннолучевой 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 поставьте в положение ОТКЛ.

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

12.3. Проведение проверки

12.3.1. Внешний осмотр

При проведении внешнего осмотра должны быть проведены все требования, указанные в разделе ТО "Общие указания по эксплуатации", обратив 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;
 - г) качество крепления деталей и узлов на шасси осциллографа,
 - д) состояние соединительных проводов и кабелей;
 - е) качество крепления деталей и узлов на шасси осциллографа, состояние контровки паяк, надежность паяк и контактных соединений.
- Осциллограф, имеющий дефекты, бракуется и направляется в ремонт.

12.3.2. Опробование

Опробование работы прибора производится по п.п. 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. 21) проверяется путем подачи на вход А осциллографа через аттенюаторы импульса генератора Г6-Г7. Частота следования импульса 100 кГц. Измерение проводится в следующем порядке.

Ручки управления осциллографа установите в следующие положения:

- РЕЖИМ усилителя - А;
- СИНХР. - А и Б;
- ВРЕМЯ/см - "20 ns";
- ЗАПУСК - ВНУТР " ~ ";
- РАСТЯЖКА - "x10";
- РЕЖИМ в развертке - ЖДУЩ.

Амплитуду импульса на экране ЭЛТ установите равной 40–60 мм с помощью аттенуаторов, входящих в комплект генератора Г6–I7.

Определите время нарастания в положениях "0,0I", "0,02", "0,05", "0,I", "0,2" и "0,5" переключателя V/cm , а также с выносными делителями I:I0 и I:50 в положении "0,0I" переключателя V/cm .

Затем переключатель РЕЖИМ усилителя установите в положение Б и определите время нарастания положительного и отрицательного импульсов в положениях "0,0I", "0,02", "0,05", "0,I", "0,2" и "0,5" переключателя V/cm канала Б.

Результаты измерений считаются удовлетворительными, если время нарастания переходной характеристики в обоих каналах во всех положениях переключателей V/cm и с делителями I:I0 и I:50 не превышает I,5 нс.

Если величина времени нарастания превышает допустимую, произведите подстройку с помощью конденсаторов У4–СI0 для канала А, У4–СII – для каналов Б. Если время нарастания в обоих каналах не в допуске, то произведите подстройку с помощью конденсатора У5–СI8. 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. I2.3.3д.

I2.3.3б Величина выброса на переходной характеристике определяется путем подачи на вход А осциллографа импульса с генератора

Г6–I7. Частота следования импульса I00 кГц.

Измерения проводятся в следующем порядке.

Ручки управления установите в следующие положения:

РЕЖИМ в усилителе – А;

СИНХР. – А и Б;

ВРЕМЯ/ см – "20 ns";

РАСТЯЖКА – "xI0";

РЕЖИМ в развертке – ЖДУЩ.;

ЗАПУСК – ВНУТР., " ~ " "I:I"

Амплитуду импульса на экране ЭЛТ установите равной 40–50 мм с помощью аттенуаторов, входящих в комплект генератора Г6–I7. Определите величину выброса (δ_U) в процентах в положениях "0,0I", "0,02", "0,05" и "0,2" переключателя V/cm по формуле (6):

$$\delta_U = \frac{h_B}{h_U} \cdot 100\% \quad (6)$$

где h_v - амплитуда выброса, мм;

h_u - амплитуда установившегося значения, мм.

Затем переключатель РЕЖИМ установите в положение Б. Аналогично предыдущему в положениях "0,01", "0,02": "0,05" и "0,2" переключателя V/см в канале Б определите величину выброса.

Проверку величины выброса производите положительным и отрицательным импульсами.

Результаты измерений считаются удовлетворительными, если величина выброса на переходной характеристике в обоих каналах во всех положениях переключателей V/см 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-Г7. Частота повторения импульса 100 кГц.

Измерения производятся в следующем порядке:

Ручки управления прибором установите в следующие положения:

V/см - "0,01";

СИНХР. - А и Б;

РЕЖИМ в усилителе - А;

ВРЕМЯ/см - "50 ns "

РАСТЯЖКА - "x10";

ЗАПУСК - ВНУТР. " ~ ";

РЕЖИМ в развертке - ЖДУЩ.

Амплитуду импульса на экране ЭЛТ установите равной 50-60 мм. Определите 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):

$$\gamma = \frac{h_N}{h_U} \cdot 100\% \quad (7)$$

где h_N - амплитуда неравномерности (спад, подъем) вершины изображения импульса, мм

h_U - амплитуда установившегося значения импульса, мм.

Затем переключатель V/см установите в положение "Г". На вход А осциллографа подайте импульс с генератора Г5-Г3. Длительность импульса 100 мс, период следования 200 мс. Длительность развертки 10 мс/см. Амплитуду изображения импульса установить равной 60 мм.

Измерьте амплитуду изображения импульса и амплитуду спада (подъема) вершины импульса.

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

Затем переключатель РЕЖИМ установите в положение Б и аналогично предыдущему проверьте 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 подстройте 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 коэффициента отклонения определяется путем подачи на вход осциллографа калиброванного по амплитуде импульсного напряжения. Определить его отклонение от номинального значения, определяемого делениями шкалы ЭЛТ.

Схема соединения приборов для проверки коэффициента отклонения приведена на рис. 22.

В качестве источника калиброванного сигнала используется импульсный генератор Г5-53, постоянное напряжение которого соответствует амплитуде выходного импульсного напряжения и измеряется вольтметром В7-16. Установите внутренний запуск генератора Г5-53, длительность импульса 1 мкс, период следования импульсов 100 кГц.

Ручки управления прибором установите в следующие положения:
РЕЖИМ в усилителе - А или Б (при проверке соответствующего канала);

ВРЕМЯ/ см - "0,2 μ s "

РАСТЯЖКА - ОТКЛ;

РЕЖИМ в развертке - АВТ;

ЗАПУСК - ВНЕШН., " $\sim$ ";

СИНХР. - А и Б.

Органами подстройки синхронизации осциллографа С1-75 добейтесь устойчивого изображения импульсного сигнала на экране ЭЛТ.

Регулировкой выходного напряжения генератора установите размер изображения, соответствующий 2 делениям по оси "У" в нижней части экрана ЭЛТ и совместите его с рисками шкалы. Переключатель полярности выхода генератора перевести в положение постоянного напряжения и произвести отсчет величины напряжения U_1 по вольтме-

тру В7-Г6. Переключатель запуска генератора переведите в положение разового пуска и произведите отсчет напряжения U_2 по вольтметру В7-Г6. Разность этих напряжений является калиброванной величиной импульсного напряжения. Затем регулировкой смещения по оси "У" установите изображение в центре экрана ЭЛТ и вновь совместите регулировкой амплитуды импульса генератора с рисками 2 деления вертикальной шкалы. Произведите отсчет установленного напряжения. Аналогичным образом произведите измерение в верхней рабочей части экрана ЭЛТ.

Установите изображение в центре экрана ЭЛТ по вертикали и вновь совместите изображение с рисками 5 делений вертикальной шкалы регулировкой амплитуды импульса генератора. Произведите отсчет установленного напряжения.

Для каждого измерения подсчитайте погрешность коэффициента отклонения ($\delta_{\text{ко}}$) по формуле (8):

$$\delta_{\text{ко}} = \frac{U_{\text{н}} - U_{\text{д}}}{U_{\text{н}}} \cdot 100\% \quad (8)$$

где $U_{\text{н}}$ — номинальное значение напряжения, соответствующее установленному размеру по оси "У";

$U_{\text{д}}$ — действительное значение напряжения, соответствующее установленному размеру по оси "У" и равное $U_{\text{д}} = U_1 - U_2$

Измерение в верхней, средней и нижней частях ЭЛТ на 2 делениях производится только для положения "Г" переключателя В/см. Во всех других положениях переключателя В/см произведите измерение для 5 делений.

И2.3.3д. Погрешность калибровки развертки и погрешность коэффициента развертки определяется как отклонение действительного значения от номинального при разных значениях видимого размера временного интервала на рабочем участке по оси Х.

Определение действительного значения погрешности калибровки и погрешности коэффициента развертки производится подачей на вход осциллографа синусоидального сигнала, частота которого может быть отсчитана по шкале генератора.

Для проверки погрешности калибровки и погрешности калиброванных коэффициентов развертки используются следующие генераторы:

от 100 мс/см до 10 мкс/см — Г3-Г02

от 5 мс/см до 0,1 мкс/см — Г4-Г02

от 50 мс/см до 2 нс/см — Г4-Г07

Ручки управления осциллографом установите в следующие положения:

V/cm - "0,2";
 РЕЖИМ в усилителе - А;
 СИНХР. - А и Б;
 ЗАПУСК - "I:I", " ~ ", ВНУТР;
 ВРЕМЯ/cm - "20 ns ";
 РАСТЯЖКА - ОТКЛ;
 РЕЖИМ в развертке - ЖДУШ.

Погрешность калибровки развертки определяется на 8 см шкалы (исключая первый и десятый сантиметры шкалы), а погрешность калиброванных коэффициентов развертки - на 4 см шкалы.

Подать на вход А усилителя вертикального отклонения от генератора Г4-107 синусоидальный сигнал частотой 50 МГц. Установить на экране ЭЛТ величину изображения сигнала, удобную для наблюдения (3-4 см). Начало развертки совместите с началом рабочей части экрана ЭЛТ. Изменяя частоту сигнала генератора установите на 8 сантиметрах шкалы точно 8 периодов синусоидального сигнала. Отсчитайте по шкале генератора частоту синусоидального сигнала. Аналогично изменяя частоту генератора сигналов, установите точно 4 периода синусоидального сигнала на 4 сантиметрах в начале, в середине и конце шкалы экрана ЭЛТ. Погрешность коэффициента развертки (δ) для каждого измерения определяется по формуле (9)

$$\delta = \frac{f_0 - f}{f_0} \cdot 100\% \quad (9)$$

где f - частота синусоидального сигнала, установленная на генераторе.

f_0 - частота, соответствующая периоду, равному номинальному коэффициенту развертки.

Порядок проверки коэффициентов развертки и частоты синусоидальных сигналов для их проверки приведены в табл. 9.

Таблица 9

Положение переключателей		Частота сигнала генератора
ВРЕМЯ/ см	РАСТЯЖКА	
"20 ns "	ОТКЛ.	50 МГц
"20 ns "	"x10"	250 МГц
"50 ns "	ОТКЛ.	20 МГц
"50 ns "	"x10"	200 МГц

Положение переключателей		Частота сигнала генератора
ВРЕМЯ/ см	РАСТЯЖКА	
"0,1 μ s "	ОТКЛ.	10 МГц
"0,1 μ s "	"х10"	100 МГц
"0,2 μ s "	ОТКЛ.	5 МГц
"0,2 μ s "	"х10"	50 МГц
"0,5 μ s "	ОТКЛ.	2 МГц
"1 μ s "	ОТКЛ.	1 МГц
"2 μ s "	ОТКЛ.	500 кГц
"5 μ s "	ОТКЛ.	200 кГц
"10 μ s "	ОТКЛ.	100 кГц
"20 μ s "	ОТКЛ.	50 кГц
"50 μ s "	ОТКЛ.	20 кГц
"0,1 ms "	ОТКЛ.	10 кГц
"0,2 ms "	ОТКЛ.	5 кГц
"0,5 ms "	ОТКЛ.	2 кГц
"1 ms "	ОТКЛ.	1 кГц
"10 ms "	"х10"	1 кГц
"2 ms "	ОТКЛ.	500 Гц
"5 ms "	ОТКЛ.	200 Гц
"10 ms "	ОТКЛ.	100 Гц
"20 ms "	ОТКЛ.	50 Гц
"50 ms "	ОТКЛ.	20 Гц
"100 ms "	ОТКЛ.	20 Гц

Результат проверки считается удовлетворительным, если:

а) погрешность калибровки развертки не превышает:

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;

в рабочих условиях:

5% без растяжки,

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

7% с растяжкой на диапазоне 20 нс/см;

б) погрешность коэффициентов развертки не превышает:

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;

в рабочих условиях:

7% без растяжки,

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

12% с растяжкой для коэффициентов развертки 20 нс/см.

- Примечания: 1. При проверке коэффициента развертки 100 мс/см частота генератора устанавливается равной 20 Гц. Соответственно на 8 см шкалы экрана электроннолучевой трубки следует установить 16 периодов, а на 4 см – 8 периодов синусоидального сигнала.
2. При проверке коэффициента развертки 2 нс/см частота генератора устанавливается 250 МГц. на 8 см калиброванной части шкалы экрана электроннолучевой трубки следует установить 4 периода синусоидального сигнала частотой 250 МГц, а на 4 см – 2 периода.
3. При проверке коэффициентов развертки с использованием генератора ГЗ-102 частота последнего измеряется с помощью частотомера ЧЗ-36 и отсчет частоты производится с табло частотомера.
4. Нерабочий начальный участок развертки длительностью 15 нс (3 см на коэффициенте 5 нс/см и т.д.), необходимо оставлять слева от начала шкалы экрана, совместив с началом шкалы начало рабочей части развертки.

Если погрешность коэффициентов развертки превышает допустимую на всех диапазонах, произведите подстройку с помощью резистора VII-R32, выведенного под шлиц на передней панели осциллографа КОРРЕК.

Подстройка диапазонов развертки от 100 до 1 мс/см производится с помощью резистора У9-R202, от 0,5 до 10 мкс/см – У9-R201, от 5 до 0,1 мкс/см – У9-R200, 50 и 20 нс/см – У9-R200 и У9-С45.

Диапазоны развертки 5 и 2 нс/см подстраиваются резистором VII-R87 и конденсаторами VII-С22, VII-С25, VII-С31, VII-С34, VII-С42.

12.3.3е. Проверить режим запуска разверток следующим образом. Переключатель РЕЖИМ в усилителе поставьте в положение А, пере-

ключатель развертки РЕЖИМ - в положение АВТ., переключатель РАСТЯЖКА - в положение ОТКЛ.

Регулировочной ручки "  " в канале А и регулировочной ручек "  " луч установите в центре экрана. Проверьте наличие линии развертки во всех положениях переключателя ВРЕМЯ/см.

Поставьте переключатель ВРЕМЯ/см в положение "10 μs", переключатель развертки РЕЖИМ - в положение ЖДУЩ., переключатель ЗАПУСК - в положение ВНУТР., ~, 1:1. При этом линия развертки должна исчезнуть. На вход А осциллографа в положении "0,1" переключателя V/см с собственного калибратора подайте сигнал. Регулировочной ручки УРОВЕНЬ добейтесь устойчивого изображения сигнала на экране.

Далее, переключатель развертки РЕЖИМ поставьте в положение РАЗОВЫЙ. При этом линия развертки должна исчезнуть. Нажмите кнопку ГОТОВ. Должен произойти один запуск развертки с изображением сигнала калибратора на экране ЭЛТ.

Результат проверки считается удовлетворительным, если генератор развертки работает в ждущем, автоколебательном и однократном режимах.

Примечание. В автоколебательном режиме при установке ручки УРОВЕНЬ в положение около "0" возможны срывы линии развертки, а в ждущем - запуск развертки.

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

На вход частотомера ЧЗ-36 с гнезда ВЫХОД калибратора подайте калиброванное напряжение и измерьте его период. При этом переключатель калибратора ВКЛ./ОТКЛ. установите в положение ВКЛ., а переключатель "V/см" - в положение "0,1".

Переключатель ВКЛ./ОТКЛ. установите в положение ОТКЛ. Гнездо ВЫХОД калибратора соединить через тройник СР-50-95Ф со входом осциллографа и вольтметром В7-16 измерить амплитуду калибрационного напряжения. Погрешность (δ) определите по формуле (10):

$$\delta = \frac{U_H - U}{U_H} \cdot 100\%$$

(10)

где U_H - номинальное напряжение калибратора амплитуды, равное 0,5 В;

U - измеренная величина калибрационного напряжения, В.

Проверка формы калибрационного напряжения производится путем подачи на вход А собственного осциллографа в положении "0,1" переключателя V/см сигнала с гнезда ВЫХОД калибратора. Переключа-

тель РЕЖИМ в усилителе установите в положение А, переключатель ВРЕМЯ/см - в положение "10 μ s", переключатель РАСТЯЖКА - в положение ОТКЛ. Синхронизация развертки внутренняя.

Результат проверки считается удовлетворительным, если калиброванное напряжение имеет форму "меандра", период имеет величину 10 мкс $\pm 0,2\%$, а погрешность установки амплитуды не превышает 1,5%.

Если погрешность установки амплитуды превышает допустимую величину, произведите подстройку с помощью резистора У12-Р11.

12.3.3и. Проверьте режимы работы коммутатора следующим образом.

Ручки управления прибором установите в следующее положение:

РЕЖИМ развертки - АВТ;

ВРЕМЯ/см - "10 μ s";

РАСТЯЖКА - ОТКЛ.

Поставьте переключатель РЕЖИМ усилителя в положение А. При этом на экране должен быть один луч, который должен смещаться по вертикали с помощью ручки " $\updownarrow$ " в канале А.

Затем переключатель РЕЖИМ установите в положение Б и аналогично проверьте работу канала Б.

Переключатель РЕЖИМ установите в положение ПООЧЕРЕДНО. На экране должны появиться два луча, которые управляются с помощью ручек " $\updownarrow$ ". Переключатель ВРЕМЯ/см установите в положение "50 мс". Переключение коммутатором каналов должно осуществляться после каждого хода развертки.

Перевести переключатель РЕЖИМ в положение ПРЕРЫВИСТО. Переключая коэффициенты развертки, убедитесь, что каналы переключаются несинхронно с запуском развертки.

Результат проверки считается удовлетворительным, если коммутатор обеспечивает работу канала А, канала Б и если в двухканальном режиме обеспечивается переключение каналов после каждого хода развертки (ПООЧЕРЕДНО) и переключение каналов несинхронно с запуском развертки (ПРЕРЫВИСТО).

Примечания: 1. В режиме работы ПРЕРЫВИСТО при совпадении частот коммутатора и развертки линия развертки может быть прерывистой.

2. В режиме ПРЕРЫВИСТО в начале развертки (на 10 мм) допускается дрожание по вертикали величиной не более ± 1 мм.

12.3.3к. Проверка параметров генератора импульсов производится следующим образом.

Переключатель ВКЛ./ОТКЛ. установите в положение ВКЛ. С гнезда ВЫХОД  на вход осциллографа С7-II подайте импульс генератора, а на вход синхронизации осциллографа С7-II - импульс синхронизации

генератора (гнезда Гн8, Гн9 – сбоку прибора). Определите время нарастания и выброс.

Затем на вход А собственного осциллографа в положении "0,05" переключателя V/cm подайте импульс генератора с гнезда ВЫХОД .

Синхронизация развертки внутренняя. Определите форму импульса и его амплитуду.

Результаты поверки считаются удовлетворительными, если:

выходное напряжение генераторов имеет вид последовательности прямоугольных импульсов;

амплитуда импульсов имеет величину от не менее 0,18 до не более 0,3 В;

время нарастания импульса не более 0,5 нс;

выброс на импульсе не более 5%.

При обнаружении несоответствия параметров осциллографа требованиям раздела "Технические данные" осциллограф подлежит забракованию и направлению в ремонт.

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 -40 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 очистите 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 одеть крышки из полистирола ПСБ. Осциллограф с крышками и ящик ЗИП в отдельности оберните в один слой оберточной бумаги и вложите в индивидуальные

полиэтиленовые чехлы. В чехлы вложите мешочки с силикагелем, после чего чехлы запаяйте. Затем осциллограф и ЗИП в отдельности еще раз оберните оберточной бумагой и уложите в картонную коробку.

Горобку уложите в транспортный ящик.

Расконсервация осциллографа производится в следующем порядке:
осциллограф и ЗИП извлеките из картонной коробки;
осторожно по шву разрежьте полиэтиленовые чехлы;
освободите осциллограф от оберточной бумаги и протрите его сухой мягкой тканью;

произведите внешний осмотр осциллографа и ЗИП;
проверьте осциллограф по электрическим параметрам.

14. ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ

14.1. Тара, упаковка и маркирование упаковки

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 945х570х400 мм.

14.1.3. Осциллограф упаковывается следующим образом:

осциллограф оберните в один слой парафинированной бумаги, на переднюю и заднюю стенки оденьте крышки из полистирола и пылезащитный чехол. Осциллограф и ЗИП в отдельности оберните в один слой оберточной бумаги и уложите в картонную коробку. Осциллограф в коробке уплотните прокладками из гофрированного картона и поропласта. Коробку заклейте и перевяжите шпагатом.

Осциллограф в коробке и ящик с ЗИП разместите в транспортном ящике таким образом, чтобы зазоры между прибором, ящиком с ЗИП и внутренними поверхностями ящика были равномерными. Все зазоры плотно заполните гофрированным картоном. Ящик забейте гвоздями вместе с упаковочной стальной лентой, опломбируйте.

14.1.4. На транспортный ящик нанесите маркировку: на одной боковой и торцевой стенках ящика нанесите предупредительные знаки: "Стрелы", "Рюмка", "Зонтик", имеющие значения "Верх, не кантовать".

"Осторожно, хрупкое", "Бойтся сырости", а также масса упаковки в кг. Тип прибора наносится только на боковой стенке.

14.2. Условия транспортирования

14.2.1. Осциллограф должен транспортироваться в условиях, не превышающих заданных предельных условий: температура окружающей среды должна быть от $+60$ до -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.).

1. PURPOSE

1.1. The G1-75 oscilloscope is intended for studying the waveforms of periodic and single electric signals of 20 mV to 25 V in the time interval range from 8 ns to 1 s by viewing and photography.

1.2. The oscilloscope is an instrument of Class III, GOST 9810-69.

1.3. The operating conditions of the oscilloscope are as follows:

- ambient temperature for the operating oscilloscope from 5 to 40°C;
 - ambient temperature for the idle oscilloscope from -50 to +60°C;
 - relative air humidity up to 95% at 30°C;
 - atmospheric pressure from 88 to 104 kN/m² (460-780 mm Hg).
- The oscilloscope can be supplied from:
- 50 Hz $\pm$ 1% 220 V $\pm$ 10% mains;
 - 400 Hz $\pm$ $\frac{7}{3}$ % 115 V $\pm$ 5% and 220 V $\pm$ 5% mains.

1.4. The following abbreviations and designations are used in the Description:

- c.r.t. - cathode-ray tube;
- S&A - spares and auxiliaries;
- ● - control knob brought out at the face panel;
- ○ - control knob screw-adjusted from the face panel;
- ⊙ - control knob inside the oscilloscope;
- VI-R1 - resistor R1 incorporated in assembly VI;
- VI7-VI-R1 - resistor R1 incorporated in assembly VI which is part of device VI7. For instance, resistor R1 located on printed-circuit board VI which is included in high-voltage supply unit VI7.

2. SPECIFICATIONS

2.1. The effective portion of the oscilloscope c.r.t. screen is as follows:

- horizontal size 100 mm (+50 mm from the scale midline);
- vertical size 60 mm (+30 mm from the scale midline).

Deviation of the beam trace from c.r.t. screen scale lines does not exceed the following values:

- 0.2 mm - from the central axial lines of the scale;
- 0.9 mm - from the end horizontal lines of the scale;

1 mm - from the extreme vertical lines of the scale.

2.2. The thickness of the beam trace is not above 0.8 mm.

2.3. The writing speed (in photographing single signals) is at least 1500 km/s when using an objective with a relative aperture of 1:1.5 and at least 850 km/s when using a 1:2 aperture objective.

2.4. The pulse rise time does not exceed 1.5 ns.

2.5. An overshoot on the pulse top is not above 10%.

2.6. The tilt of the pulse top is not above 3%.

2.7. The input resistance are as follows:

- direct oscilloscope input - 50 Ohm;
- when used with a 1:10 external divider - 500 Ohm in shunt with not above 1 pF;
- when used with a 1:50 external divider - 2.5 kOhm in shunt with not above 1 pF.

2.8. A shift of the beam due to the amplifier drift does not exceed 0.2 cm during 1 min, 0.5 cm during 1 hour, and 0.5 cm when the power supply voltage changes within $\pm 10\%$.

2.9. The inter-channel attenuation factor is at least 1500 in the frequency range up to 100 MHz, and at least 700 in the frequency range up to 250 MHz.

2.10. The deflection factor is set in the range from 10 mV/cm to 1 V/cm in steps which are multiples of the numbers 1, 2, 5.

The error of the deflection factor in working conditions is not above 5%; when the 1:10 and 1:50 external dividers are employed, it is not above 6%.

The deflection calibration error in working conditions does not exceed 3%.

2.11. The error of measuring a square pulse amplitude does not exceed 5% in working conditions and 6% when used with the 1:10 and 1:50 external dividers, the length of the signals being at least 8 ns and the size of the display from 2.4 to 6 cm.

2.12. The vertical deflection of the beam is at least 30 mm up and down the centre of the effective screen.

The horizontal deflection of the beam shifts the beginning and the end of the effective sweep to the centre of the screen.

2.13. The sweep rate is set in the range from 2 ns/cm to 100 ms/cm in steps which are multiples of 1, 2, 5.

Provisions are made for expanding a signal by a factor of 10, due to which the sweep rate can be reduced down to 2 ns/cm.

The sweep calibration error is as follows:

a) at working temperatures:

- 3% without expansion;
- 4% with expansion in the range of 50 ns/cm and more;
- 5% with expansion in the 20 ns/cm range;

b) in working conditions:

- 5% without expansion;
- 6% with expansion in the range of 50 ns/cm and more;
- 7% in the 20 ns/cm range.

The sweep rate error is as follows:

a) at working temperatures:

- 5% without expansion;
- 6% with expansion for the sweep rates of 50 ns/cm and

more;

- 10% with expansion for a 20 ns/cm sweep rate;

b) in working conditions:

- 7% without expansion;
- 8% with expansion for sweep rates of 50 ns/cm and more;
- 12% with expansion for a 20 ns/cm sweep rate.

2.14. The time interval measurement error and also an error in the working temperature range does not exceed:

$$\pm(5 + \frac{0.4 \text{ ns}}{T_x} \cdot 100)\%.$$

The measurement error in working conditions is not over:

$$\pm(7 + \frac{0.4 \text{ ns}}{T_x} \cdot 100)\%.$$

2.15. The oscilloscope provides the following sweep modes: free-running, triggered and single.

2.16. Internally, the sweep can be synchronized by:

- sinewave signals from 20 Hz to 50 MHz, with a display size of 10 mm or more;
- sinewave signals from 50 to 250 MHz, with a display size of 20 mm or more;
- pulse signals at least 5 ns long, with a display size of 10 mm or more;
- power supply signals.

2.17. External synchronization signals may be:

- sinewave signals from 20 Hz to 50 MHz with an amplitude from 50 mV to 1 V;
- sinewave signals from above 50 to 250 MHz with an amplitude from 100 mV to 1 V;

- pulse signals at least 5 ns long with an amplitude from 50 mV to 3 V.

2.18. The amplitude and time calibrator provides a "meander" calibration voltage with an amplitude of $0.5 \text{ V} \pm 1.5\%$ across an external 50-Ohm load. The calibration voltage period is 10 micros $\pm 0.2\%$.

2.19. The switch ensures the following operating modes:

- channel A;
- channel B;
- change-over of the channels after each trace (ПООЧЕРЕДНО-
- ALTERNATE);
- change-over of the channels out of synchronism with sweep triggering (ПРЕПЫВисто - INTERMITTENT).

2.20. A pulse amplitude for triggering external devices at the socket "ВЫХОД  " ( OUTPUT) across a load of at least 10 kOhm in shunt with not over 30 pF is within 1 to 2 V, the rise time of the pulse being not over 40 ns.

2.21. The output voltage of the pulse generator intended for checking the transient response of the instrument is a train of square pulses. The amplitude of the pulses across an external 50-Ohm load is from 0.18 to 0.3 V.

The rise time does not exceed 0.5 ns.

The overshoot is not above 5%.

2.22. The oscilloscope provides:

- serviceability 5 min after switching-on;
- its rated characteristics during 15 minutes after a warm-up period, or during 30 minutes at elevated humidity.

2.23. The power consumption of the oscilloscope from mains at a rated power supply voltage does not exceed 160 VA.

2.24. The oscilloscope can be operated at rated characteristics continuously during at least 8 hours in working conditions.

2.25. Acoustic noise produced by the oscilloscope does not exceed 55 dB at 1 m from the instrument.

2.26. The mean time of trouble-free operation is at least 700 hours.

2.27. The operational period of the oscilloscope (the total number of operating hours from the beginning of operation to its end due to wear-out and ageing) is at least 5000 hours.

2.28. The service life of the oscilloscope (calendar time from the beginning of operation till complete loss of serviceability, i.e. when it is no longer advantageous to restore the basic parameters of the instrument through repair) is at least 5 years.

2.29. The storage term for the oscilloscope is not less than 5 years.

2.30. The overall dimensions of the oscilloscope are 408x220x546 mm.

2.31. The mass is 23 kg.

3. OSCILLOSCOPE COMPONENTS

3.1. The components of the C1-75 oscilloscope are listed in Table 1 and illustrated in Figs 2, 3.

Table 1

Component	Qty	Remarks
C1-75 oscilloscope	1	
Stowage box, containing:	1	
- supply lead	1	
- cable	2	4.850.011
- adapter cable	1	4.850.009
- connecting cable with plug	1	4.850.008
- 32-114/4 coaxial cable	2	
- 32-25 coaxial cable	1	
- 75 → 50 Ohm matching cable	1	
- CP-50-95Φ tee	1	
- viewing hood	1	
- camera hood	1	
- camera hood ring	1	
- graticule	1	
- box, containing:		
CMH10-55-2 lamp	2	
MHC-1 lamp	2	
fuses:		
BHI-1 3,0 A	2	
BHI-1 2,0 A	4	
BHI-1 1,0 A	4	
BHI-1 0,5 A	2	
BHI-1 0,25A	4	
- Description and Operating Instructions	1	
- Service Log	1	
- composite set, including:	1	
1:10 divider	2	
1:50 divider	2	

Table 1, end

Component	Qty	Remarks
capacitive coupling head	2	
earth cap	2	
adapter	2	
earthing pin	2	
earthing pin	2	

4. DESIGN AND OPERATION OF OSCILLOSCOPE AND COMPONENTS

4.1. Operating Principle

4.1.1. The operating principle of the oscilloscope and interaction of its components are explained in its block diagram (see Fig.4).

The oscilloscope consists of the following components:

a) vertical amplifier I, incorporating:

- input dividers 2,
- switch 3,
- delay line 4,
- output amplifier 5;

b) sawtooth voltage trigger shaper 8, which comprises:

- input switch 9,
- sync amplifier 10,
- trigger generator 11,
- illumination pulse shaper 12,
- sawtooth generator 13,
- blocking circuit 14

c) internal sync amplifier 6;

d) illumination pulse amplifier 7;

e) horizontal amplifier 15;

f) pulse generator 16;

g) calibrator 17;

h) low-voltage supply source 18;

i) high-voltage supply source 19;

j) cathode-ray tube indicator.

4.1.2. The vertical amplifier ensures display of signals being studied and their measurement by the calibrated scale method. The vertical amplifier includes:

a) input dividers which serve for attenuating the input signals and provide calibrated deflection factors from 0.01 to

1 V/cm in seven steps. The input resistance of the divider is 50 Ohm;

b) a switch intended for providing the two-channel and single-channel operation modes of the oscilloscope. Single-channel operation is provided in the positions A and B of the switch РЕЖИМ (MODE); two-channel operation is brought on in the positions ПОЧЕРЕДНО, ПЕРЕРЫВИСТО (ALTERNATE, INTERMITTENT);

c) a delay line which makes it possible to view the beginning of the signal under study on the linear portion of fast sweeps;

d) an output amplifier which amplifies the voltage level of the signals being studied up to a value sufficient for viewing the signal on the c.r.t. screen.

4.1.3. The internal synchronization amplifier preamplifies the internal sync signals up to a level required for normal operation of the sync amplifier.

4.1.4. The trigger circuit is intended for starting the sweep generator simultaneously with the signal being tested and consists of the following elements:

a) an input switch which is used to select:

- type of synchronization (from mains, by an external or internal signal);

- polarity of the sync signal (by a positive or negative pulse);

- input divider (1:10 or 1:50);

- sweep generator mode (free-running, triggered, single sweep);

b) a sync amplifier which amplifies the signals up to the level that provides stable operation of the trigger generator;

c) a trigger generator which shapes a trigger pulse to start the sweep generator.

4.1.5. The sawtooth voltage shaper is designed for producing a time sweep on the c.r.t. screen. The circuit is composed of the following elements:

a) a blocking circuit which prevents restarting of the sweep;

b) a sawtooth generator intended to produce time sweep sawtooth voltage;

c) an illumination pulse shaper.

4.1.6. The illumination pulse amplifier illuminates the sweep trace on the c.r.t. screen during the sweep operating trace. The illumination pulses are delivered to the c.r.t. modulator.

4.1.7. The horizontal amplifier provides a required sawtooth amplitude.

4.1.8. The pulse generator produces a positive pulse for checking the rise time of the pulses. The rise time of the pulse is not above 0.5 ns.

4.1.9. The calibrator gives out calibration voltage in the form of a 0.5-V "meander" across a 50-Ohm load. The period of the calibration voltage is 10 micros. The calibration voltage permits calibration of the deflection factors of both the vertical and the horizontal amplifier channels.

4.1.10. The low-voltage supply source feeds all the circuits of the oscilloscope. The source delivers 15 V, 35 V, 150 V, -12.6 V and -100 V stabilized voltages.

4.1.11. The high-voltage supply source provides power supply for the c.r.tube. It produces -2500 V, -2700 V and 12,500 V stabilized voltages.

4.2. Vertical Amplifier

4.2.1. The block diagram of the vertical amplifier is illustrated in Fig.5.

The signals to be studied are applied directly to dividers with 50-Ohm input resistance. The dividers provide a deflection factor from 10 mV/cm to 1 V/cm in seven steps with overlaps which are multiples of 1, 2 and 5.

The signals of the input dividers are delivered to a phase inverter stage. In this stage, the following switch modes can be selected by means of the mode selector:

- each channel individually (A, B),
- both channels on a continuous sweep (ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНО - ALTERNATE),
- both channels during the same sweep in the intermittent mode (ПЕРЕРЫВИСТО - INTERMITTENT).

The channels are switched over by a switching signal generator which is triggered by illumination pulses applied from the sweep generator through a control pulse amplifier or by a mixed signal, i.e. an illumination pulse and a signal applied at a frequency of about 500 kHz from the multivibrator.

The circuitry is designed so that in the mode ПЕРЕРЫВИСТО (INTERMITTENT) when the sawtooth generator is inoperative and the sweep circuit is being prepared for the next trigger, a 500-kHz signal applied from the multivibrator is cut off the input of the

switching signal generator. Thus, when no trigger pulse is supplied from the sweep circuit, although the multivibrator is working, its output signal cannot reach the generator input and switch it over. This prevents transmission of the multivibrator signal through the internal synchronization circuits to the sweep generator, thus making it impossible to start the sweep by a switch signal. Such an arrangement allows to obtain on the c.r.t. screen a practically continuous sweep trace at any length.

From the phase-inverter stage, the signal goes to the delay line which introduces a delay of about 80 ns.

The output amplifier consists of five amplifier stages and is required for obtaining a necessary gain and amplitude.

The internal sync signal of the channel A is taken off the input divider and applied to an emitter follower.

The phase-inverter stage produces a combined output of both channels which is subsequently amplified by the amplifier.

Both signals are furnished to the synchronization switch (CNIHP. - SYNCHRONIZATION) and further to an internal sync amplifier.

4.2.2. The vertical amplifier is a transistor circuit with negative current feedback in an emitter circuit with cascode connection of amplifier elements (Appendix 5, sheet 3).

The amplifier is transistor V5-T3 which is a common-base circuit controlled by common-emitter transistor circuit V5-T1. Such a circuit provides a frequency response and amplification in a required frequency range. The frequency response is usually limited on account of the output resistance of the signal source and collector-base capacitance which causes an ever increasing feedback decreasing amplification with an increase of the frequency. To eliminate this effect, transistor V5-T1 acts as a current amplifier which operates into the low input resistance of common-base stage V5-T3. Correction of the cascode amplifier in the emitter circuit is used for broadening the passband.

To increase the operation stability of the amplifier, RC filters are used in the emitter circuits of common-base circuits V5-R9, V5-C4.

The signals being studied in both channels are applied to the input dividers which are quite identical (Appendix 5, sheet 1). The divider input resistance is 50 Ohm. To suppress echo signals when transmitting through the divider, its output resistance is also made equal to 50 Ohm. The input divider is a U-shaped balanced four-terminal network (see Fig.6).

The input divider consists of three circuits with the division factors of 1:2 (YI-R1 - YI-R3), 1:5 (YI-R4 - YI-R7) and 1:10 (YI-R8 - YI-R10), of which each operates independently or is series-connected depending on the position of the switch "V/cm".

The divider change-over versions are shown in Table 2.

Table 2

"V/cm" switch setting	Change-over versions			Remarks
	1:2	1:5	1:10	
0.01	-	-	-	The signal is applied directly to the amplifier input
0.02	+	-	-	-
0.05	-	+	-	-
0.1	+	+	-	The circuits are series-connected
0.2	+	-	+	Ditto
0.5	-	+	+	Ditto
1	+	+	+	Ditto

From switch B1 the signal is sent to the base of transistor Y4-T7 which, together with transistors Y4-T9, Y4-T11 and Y4-T13, is a phase-inverter cascode amplifier (Appendix 5, sheet 2).

The beam in channel A is vertically deflected by voltage control at the base of transistor Y4-T13 by means of potentiometer R1. Potentiometer Y4-R27 serves for balancing the amplifier channel A.

In the channel B, the signal from the input divider is applied to the base of transistor Y4-T8. The base of transistor Y4-T14 accepts bias voltage which is adjustable by potentiometer R2. Potentiometer Y4-R41 is used for balancing the amplifier channel B.

Capacitors Y4-C10 in the channel A and Y4-C11 in the channel B perform high-frequency control of the amplifier.

Both phase-inverter stages operate into common collector load Y4-R28 and Y4-R34.

In this stage, the channels are changed over by means of a diode switch built around diode configurations Y4-DC1 and Y4-DC2.

Channel switch-over is controlled by a trigger circuit built around microcircuit Y4-MC2 (2TK231). The microcircuit output

control pulses are applied to an amplifier built around transistors Y4-T20, Y4-T21, amplified and transmitted to the bases of transistors Y4-T18 and Y4-T19. One transistor becomes conductive, the other ceases to conduct. Assume that transistor Y4-T18 is triggered into conduction and transistor Y4-T19 is cut off. Then diodes Y4-ДC1, Y4-Д6 are also conductive and the entire current of transistors Y4-T9, Y4-T11 is shunted by diodes Y4-ДC1 thus cutting off the channel A. At the same moment diodes Y4-ДC2, Y4-Д7 are cut off, current flows through transistors Y4-T10 and Y4-T12, and the channel B is open. At another moment, the channel B is cut off while the channel A is opened.

The switch modes are selected by switch Y3-B1. In single-channel operation (channel A or B) microcircuit Y4-MC2 is changed into one of the stable states depending on what channel is open. This change-over is effected by D.C. voltage applied from the switch to microcircuit inputs 2 and 4.

Besides, the trigger signal is shunted by diode Y4-ДI4 which starts to conduct, and the trigger signal cannot get at the count input of the microcircuit.

In the mode ПООЧЕРЕДНО (ALTERNATE), microcircuit Y4-MC2 is started by an illumination pulse.

A trigger signal coming from the sweep generator is applied to an amplifier built around microcircuits Y4-MC1-1 and Y4-MC1-2, amplified and delivered, through an emitter follower and diode Y4-ДI3, to the input of trigger Y4-MC2 which starts operating in the count mode. Diodes Y4-ДI4 and Y4-ДI5 are cut off.

In the mode ПЕРЕРЫВИСТО (INTERMITTENT), microcircuit Y4-MC2 also operates as a counter after being triggered by a mixed signal which is applied simultaneously to its count input from the sweep generator and from the multivibrator built around microcircuit Y4-MC3. Power supply is applied to the multivibrator only when switch Y3-B1 is set to ПЕРЕРЫВИСТО (INTERMITTENT). The repetition frequency of the multivibrator pulses is about 500 kHz. In this mode, diodes Y4-ДI3 - Y4-ДI5 form a coincidence circuit which passes a signal to the count input of the microcircuit only when signals are present simultaneously at diodes Y4-ДI3 and Y4-ДI5. This may happen only during the sweep operating trace. At that time, diode Y4-ДI3 accepts an illumination pulse, and a multivibrator pulse is delivered from emitter follower Y4-T23 to diode Y4-ДI5. Thus, although the multivibrator operates in the free-running sweep mode all the time, its pulses can pass to the count

input of microcircuit Y4-MC2 only during the sweep operating trace.

The phase-inverter stage output goes to a delay line which is a two-wire symmetrical line made of cable PK-75-4-11 and provides a signal delay of about 80 ns. The wave impedance of the line is 75 Ohm. For better matching, the beginning and the end of the delay line (Y4-R28, Y4-R34 and Y5-R3, Y5-R4, respectively) are loaded onto resistors whose values are equal to its wave impedance.

From the delay line, the signal is applied to an amplifier which is a balanced five-stage amplifier built around transistors Y5-T1 - Y5-T12, Y5-T14 - Y5-T21 (Appendix 5, sheet 3).

For reducing voltages of the supply sources, individual amplifier stages are connected through Zener diodes Y5-II - Y5-II8. The spread of the Zener diode stabilization voltages is compensated for by means of potentiometers Y5-R17, Y5-R49 and Y5-R65.

The amplifier passband is corrected by inductance coils Y5-L1 - Y5-L10.

Pulse distortions caused by nonlinearity of the frequency - attenuation relationships in the delay line, are compensated for by RC networks in the emitter circuits of the transistors (Y5-R5 - Y5-C2, Y5-R19 - Y5-C9, Y5-R36 - Y5-C16, Y5-R56 - Y5-C25, Y5-R67 - Y5-C32).

To provide operation stability of the amplifier, RC filters are employed in the emitter circuits of common-base transistors (Y5-R9 - Y5-C4, Y5-R10 - Y5-C5, Y5-R26 - Y5-C12, Y5-R27 - Y5-C13, Y5-R41 - Y5-C17, Y5-R42 - Y5-C19, Y5-R73 - Y5-C33, Y5-R74 - Y5-C34).

The amplifier output signal is sent to the distributed-parameter vertical-deflection system of the cathode-ray tube (Appendix 5, sheet 4).

The amplifier output stage employs also an inductive correction system (Y7-L1 - Y7-L2) which can be adjusted by potentiometers Y7-R4, Y7-R6. The output stage load can be varied by resistors Y7-R2, Y7-R8 to match the c.r.t. wave impedance equal to 150 Ohm.

The internal sync signal is selected by switch Y4-B1 (СИНХР. - SYNCHRONIZATION).

In the channel A, a sync signal is taken off an emitter follower built around transistor Y4-T5.

The output of the phase-inverter stage produces a combined signal of both channels which is then amplified by an amplifier using transistors Y4-T4, Y4-T6. Y4-R2 is used to equalize the output signal levels in the internal synchronization modes A and A and B.

From switch Y4-B1, the signal goes to the internal sync amplifier built around transistors Y4-T1 - Y4-T2. Potentiometer Y4-R1 is used to set the output signal level to zero. The output of the internal sync amplifier goes to the sync amplifier.

4.3. Cathode-Ray Indicator

The c.r.tube of the oscilloscope is a tube type I310105M. At the selected power supply characteristics of the tube (cathode voltage $U_c = -2500$ V, modulator voltage $U_m = -2700$ V, post-accelerator electrode voltage $U_{pa} = 12,500$ V), the sensitivity of the deflection plates is as follows:

- vertical-deflection plates - 5 mm/V;
- horizontal-deflection plates - 0.7 mm/V.

The diagram of the c.r.tube is illustrated in Appendix 5 (sheet 4).

Optimum focusing of the beam on the c.r.t. screen is effected by controlling voltage across contacts 4, 5 of the c.r.t. base with the aid of potentiometers R32 (ACTIVM. -ASTIGMATISM) and R33 (FOKVC - FOCUS), respectively.

Control of voltage at connector M25 by potentiometer R34 changes vertical sensitivity of the tube.

Geometric distortions are eliminated through adjusting voltage by potentiometer Y8-R4.

Voltage at the post-accelerator grid is adjusted by potentiometer Y8-R2 to provide uniform illumination of the beam in the effective portion of the screen.

Control of potentiometer Y8-R3 varies the voltage level of horizontal beam alignment, thereby centering the beam along the X axis.

Potentiometer Y8-R1 is used for additional focusing of the beam.

Potentiometer Y8-R3 serves to vary the voltage level of vertical beam alignment, thus centering the beam along the Y axis.

4.4. Illumination Pulse Amplifier

The illumination pulse amplifier circuit produces square pulses of about 100 V. It consists of a preamplifier which is common-

base transistor circuit V6-T1, two emitter followers (transistors V6-T2 and V6-T3), and an output amplifier built around transistors T1-T3 (Appendix 5, sheet 4). The input of the amplifier (V6-T1) accepts a negative pulse from the sweep generator. The current-amplified signal controls the output amplifier stage through emitter followers using transistors V6-T2 and V6-T3.

The output stage is an operational amplifier with transistors of different conductance. A signal from emitter follower V6-T2 is applied to the base of transistor T1, and that from emitter follower V6-T3 goes to the base of transistor T3. In the initial state, both transistors are not saturated and conduct. A negative input pulse is amplified by transistors T1 and T2 which start to conduct when triggered and thus provide linear amplification of the illumination pulse of about 20 ns rise time. Series connection of two transistors 2T914 (T1 and T2) increases the total permissible collector-emitter voltage.

Amplifier built around transistor T3 is triggered into the cut-off state by an input pulse. A pulse delivered to its collector is somewhat delayed. The transistor is cut off, thus forming a flat part of the illumination pulse. The trailing edge of the illumination pulse triggers transistor T3 into conduction and thereby permits quick discharge of the capacitors. Therefore, the pulse decay time is about 40 ns.

Resistors V6-R12, V6-R14 and capacitors V6-C6, V6-C7 form a feedback circuit. Capacitor V6-C6 also serves for correcting the top of the illumination pulse at fast sweeps.

Diodes V6-D6 - V6-D9 protect the circuit from short pulses that may pass from the high-voltage supply source when the oscilloscope is switched on and off.

4.5. Sawtooth Voltage Trigger Shaper

The block diagram of the sweep generator appears in Fig. 7.

4.5.1. The sweep generator serves for producing time-coordinated sawtooth voltage on the c.r.t. screen. It consists of a trigger circuit and a shaper circuit for sawtooth voltage. Besides, to ensure stable synchronization up to 250 MHz, the sync amplifier is connected directly in the sweep generator circuitry and high-frequency synchronization automatic control circuit is employed.

The sweep generator circuit can generate the triggered, free-running and single sweeps which are selected by the switches ~~ВНУТРИ~~./ABT. (TRIGGERED/FREE-RUNNING) or ПАЗОБЫЙ (SINGLE).

In the triggered sweep mode, a trigger signal is delivered to a comparator through an input switch from the input jack when operating from an external signal, from the vertical amplifier when internally synchronized, and from a power transformer when synchronized from the power supply frequency. A type of trigger signal is selected by the switches ВНЕШН./ВНУТР. (EXTERNAL/INTERNAL) or СЕТЬ (POWER SUPPLY).

In the triggered sweep mode, the trigger generator which is built around two tunnel diodes produces, after receiving a sync signal, a negative square signal which triggers the sawtooth generator. The sawtooth voltage goes through a reading circuit to the horizontal amplifier input. It is also delivered to the blocking circuit and to the Schmitt trigger. As soon as the sawtooth voltage reaches a 10-V level, it resets the Schmitt trigger, and the latter cuts off the trigger circuit built around two tunnel diodes, thus preventing retriggering of the circuit. After the sawtooth generation cycle is completed, the generator is reverted to its initial state. At the same time, the blocking capacitor starts discharging down to zero. Approximately at a 1-V level, the Schmitt trigger is reset to the initial state and through a sweep recovery circuit prepares the trigger circuit which employs two tunnel diodes for the next trigger pulse.

When the free-running sweep is on 150-V power supply voltage is delivered to a monovibrator. The free-running sweep blocking circuit is switched over to turn off the OR gate. Its operation mode becomes such that a smallest potential variation in the sweep recovery circuit causes it to start conduction. A voltage drop caused by triggering the OR gate into conduction starts the sawtooth generator. At the end of the sweep operating trace sweep recovery circuit is changed over to turn the OR gate off. At the end of the blocking period the sweep recovery circuit is switched over again and turns the OR gate on. A new sweep cycle starts. Thus, continuous free-running sweep operation is provided. The repetition frequency is selected by the switch ВРЕМЯ /cm (TIME/cm).

When single sweep operation is selected, the Schmitt trigger is set to a stable state which cannot change at the end of the sawtooth voltage period. It is possible to reset the Schmitt

trigger and prepare the sweep circuit for triggering manually or by the button TOTOB (READY). Pressing of the button resets the Schmitt trigger and prepares the trigger circuit built around two tunnel diodes. A pilot lamp lights up to indicate that the circuit is ready for triggering.

4.5.2. The sweep trigger circuit operates as follows (Appendix 5, sheet 5).

When an external trigger signal is applied, the internal synchronization circuit is loaded on 50-Ohm resistor Y9-R19; if an internal sync signal is employed, the external trigger circuit is loaded on resistor Y9-R27. With a trigger signal supplied from the power supply mains, the internal and external synchronization circuits operate each into a 50-Ohm resistor. Such an arrangement prevents spurious signals from getting into the sweep generator circuitry. An open or closed input for a sync signal is selected by switch Y9-B1-2 ("~ / ~").

When the input is closed, a trigger signal is applied via capacitor Y9-C3 which filters out the D.C. component of the trigger signal and attenuates the frequency to below 5 kHz.

A power supply trigger signal is an A.C. voltage signal delivered from a power transformer to the synchronization input through divider Y9-R4, Y9-R5.

At the "1:1" setting of the switch 3AIIYCK (TRIGGERING), a trigger signal goes directly to the circuit; in the "1:10" position, it is attenuated by 10 times with the help of divider Y9-R1, Y9-R3, Y9-R7.

Any trigger signal selected by the switch is applied to the base of transistor Y9-T2 which, together with transistor Y9-T1, forms a comparator circuit. The base of transistor Y9-T1 receives D.C. voltage whose magnitude depends on the setting of the control YPOBEMH (LEVEL) (R38).

In the comparator, the control YPOBEMH (LEVEL) selects a sweep generator trigger level at any point of the sync signal. The level control range is ± 100 mV.

Control Y9-R13 serves for D.C. balancing of the comparator and makes it possible to set the zero level in the centre of the control range of the knob YPOBEMH (LEVEL).

Diodes Y9-D1 and Y9-D2 serve for input transistor protection.

The comparator output gives out two paraphase signals which are delivered to a differential amplifier (transistors Y9-T3 and Y9-T4). The collector circuits of this stage include a polarity

selection circuit built around diodes V9-ИCI. It is controlled by switch V9-B1-5 ("+/-") and selects polarity of the trigger signal.

If a positive-going trigger pulse is selected, the potential at the collector of transistor V9-T3 is higher than that at the base of transistor V9-T5, while the potential at the collector of transistor V9-T4 is lower than the base potential of transistor V9-T6. Thus, diodes V9-ИCI-И3 and V9-ИCI-И4 are turned on to pass a sync signal.

When a negative going trigger signal is selected, the potential at the collector of transistor V9-T3 is lower than that at the base of transistor V9-T5, and the potential at the collector of transistor V9-T4 is higher as compared with the potential at the base of transistor V9-T6. Diodes V9-ИCI-И1 and V9-ИCI-И2 are turned on to pass a sync signal.

As a result, trigger signal voltage is produced at resistor V9-R29 and its level is set by transistors V9-T5 and V9-T6. Then, the trigger signal is applied to transistors V9-T7 and V9-T8 which are part of the trigger circuit built around two tunnel diodes.

When the circuit is ready for triggering, tunnel diode V9-И8 has its operating point on the low-voltage section of the current-voltage curve (is in the low-voltage state) and part of its current flows through circuit V9-R48, V9-T7, V9-R39 and V9-R41. The remaining current passes through circuit V9-R57, V9-R58.

The operating point of tunnel diode V9-И9 also lies on the low-voltage section of the current-voltage curve and part of its current passes through circuit V9-R49, V9-T8, V9-R39 and V9-R41, the remaining current flowing through circuit V9-R64, V9-MC1-1.

Below is considered a case of sweep synchronization by a positive-going trigger signal.

The sync signal is applied separately to transistors V9-T7 and V9-T8.

The potential selected by the control VPOBЕНБ (LEVEL) in the positive control region is transmitted to the base of transistor V9-T8 so that it starts to conduct higher current than transistor V9-T7; diode V9-И9 passes current sufficient for shifting its operating point to the high-voltage section of the current-voltage curve (high-voltage state). The sync signal applied to the base of transistor V9-T8 is negative, but its amplitude is not suf-

ficient for shifting the operating point of diode V9-19 from the high-voltage into the low voltage portion of the current-voltage characteristic. The base of transistor V9-T7 receives a positive sync signal.

After diode V9-19 is switched into the high-voltage state, current passing through the diode decreases. Current is redistributed between diodes V9-18 and V9-19. Current passing through diode V9-18 is higher than previously, and a positive sync signal applied to the base of transistor V9-T7 causes the transistor to conduct higher current sufficient for switching diode V9-18 into the high-voltage state.

When diode V9-18 switched to the high-voltage state, it produces a negative voltage pulse which lasts until diode V9-18 is in this state. Both diodes in the high-voltage state maintain a potential difference which is set at resistor V9-R51.

As soon as the blocking period starts, transistor V9-MC1-2 becomes conductive, and transistor V9-MC1-1 is cut off. Current flowing through diode V9-19 decreases, the diode is reset to the low-voltage state, current redistribution occurs instantaneously and diode V9-18 is also driven into the low-voltage state. A positive voltage drop is produced, thus terminating the negative trigger pulse shaped by a double reset of diode V9-18.

After completion of the blocking period, transistor V9-MC1-1 starts to conduct again, while transistor V9-MC1-2 is triggered into a cut-off state. A higher current starts flowing through diode V9-19, but its magnitude is not sufficient for switching the diode into the high-voltage state.

Thus, a negative pulse can be produced by diode V9-18 from the next sync pulse only if diode V9-19 is first triggered into the high-voltage state.

If a sync signal is negative-going, operation of the circuit is identical.

A negative trigger pulse is sent from diode V9-18 to the base of transistor V9-T11 connected into a differential stage with two outputs which is built around transistors V9-T11 - V9-T13.

In the triggered synchronization mode under consideration transistor V9-T13 is cut off. A trigger pulse is converted by transistors V9-T11, V9-T12 into a differential signal and is sent from the collectors of transistors V9-T11 and V9-T13 to transistors V9-T16, V9-T17, amplified and applied further to transistors V9-T18 and V9-T22. Zener diodes V9-121 - V9-124 serve for decreasing a potential (Appendix 5, sheet 6).

A negative trigger pulse applied to transistor V9-T18 forms a negative illumination pulse and a positive pulse at the collector loads of a phase-inverter stage built around transistors V9-T18 and V9-T21, the positive pulse being used for triggering the vertical amplifier switch.

4.5.3. The triggered sweep operation of the oscilloscope is as follows.

Prior to delivery of a trigger pulse to the base of transistor V9-T22, current passing through diode V9-D58, transistor V9-T41, a time setting resistor, and transistor V9-T23, flows also through transistor V9-T24. A positive trigger pulse coming to the base of transistor V9-T22 drives the transistor into conduction, transistors V9-T24 and V9-T25 are turned off, current of transistor V9-T23 passes through diode V9-D32 and becomes a charge current for the sweep-time setting capacitor. A current source for charging the sweep time-setting capacitor must have a sufficiently high output resistance, and the current magnitude must be constant. This is ensured by the circuit used which keeps a constant potential difference at the terminals of the time-setting resistor and a constant charge current. Current is maintained at a constant level by transistor V9-T23 which is a common-base circuit, and also by a constant base voltage set by high-accuracy divider composed of resistors V9-R127 and V9-R128.

Voltage at the base of transistor V9-MC5-1 is equal to the base voltage of transistor V9-MC5-2, since transistor V9-MC5-1 connected as a diode compensates for the base-emitter bias voltage of transistor V9-MC5-2. Voltage at the base of transistor V9-MC5-2 is set by a high-accuracy divider (Appendix 5, sheet 7).

Series-placed resistors V9-MC5-3 and V9-MC5-4 provide a constant load for transistors V9-T41, V9-MC5-1 and V9-MC5-2.

Sawtooth voltage is applied to the gate of transistor V9-T28. Transistors V9-T28, V9-T29, V9-T32, V9-T34, V9-MC3-3 and V9-MC3-4 form a sweep reading circuit. The high input resistance of the emitter follower built around transistor V9-MC3-3 ensures the delivery of the drain voltage of transistor V9-T34 with an accuracy up to 1% of the gate potential. Transistor V9-T28 connected as a source follower has a gain close to 1. Sawtooth voltage is applied to the base of transistor V9-MC3-3 via capacitor V9-C51 in order to filter out the D.C. component of the signal.

The constant level of the sawtooth voltage is maintained by a comparator using transistors V9-T29, V9-T34. The gate of

transistor Y9-T29 accepts sawtooth voltage through Y9-R137 and Y9-C46; the gate of transistor Y9-T34 receives sawtooth voltage through capacitor Y9-C52 from the source of transistor Y9-T28 and through resistor Y9-R167 from the emitter of transistor Y9-MC3-4.

The resulting voltage at the transistor source of comparator Y9-T34 restores the D.C. component of the sawtooth voltage at the base of transistor Y9-MC3-3.

Sawtooth voltage is applied via resistors Y9-R175, Y9-R176 and capacitor Y9-C61 to the input of the horizontal amplifier.

Transistors Y9-T37 and Y9-MC4-3 are emitter followers with opposite conductance for improving the temperature stability of the stage which serve to decouple the sawtooth voltage reading circuit from the blocking circuit and the Schmitt trigger. When the sawtooth voltage of the sweep generator reaches the level of about 8 V, diode Y9-144 starts to conduct, and voltage at the base of transistor Y9-T31 also rises. The trigger is reset as soon as the base voltage reaches 10 V. When the trigger is reset, a positive voltage pulse is delivered from the collector of transistor Y9-T27 to the base of transistor Y9-MC1-2 of the sweep recovery circuit. Transistor Y9-MC1-2 is turned on and transistor Y9-MC1-1 is cut off. Current flowing through diodes Y9-148 and Y9-149 becomes much smaller. Both diodes are switched into the low-voltage state, and the trailing edge of the trigger pulse is shaped, in other words, shaping of the trigger pulse is completed. Immediately after that, transistors Y9-T24 and Y9-T25 are turned on, and the charge current starts flowing again through transistor Y9-T24. Diode Y9-132 is cut off, and the sweep time-setting capacitor is discharged via conducting transistor Y9-T25.

A positive voltage pulse at the collector of transistor Y9-T27 causes flow of current via resistor Y9-R139 and renders conductive transistor Y9-T26 which contributes to quick discharge of the sweep time-setting capacitor, thus shortening the sweep retrace.

With a rise of the sawtooth voltage, diode Y9-155 is turned on and the blocking capacitor is charged. As soon as the rise of the sawtooth voltage stops, and the time-setting capacitor is discharged, diode Y9-155 becomes non-conductive and the blocking capacitor starts discharging via transistor Y9-MC4-4 and resistor Y9-R188.

The sawtooth voltage is applied to the Schmitt trigger through emitter followers built around transistors Y9-T35 and Y9-MC4-1 of opposite conductance for improving the stage temperature stability. The blocking capacitor which was previously charged up to 10 V is now discharged to zero.

Voltage equal to about zero is established at the emitter of transistor Y9-MC4-1 and at the anode to diode Y9-D38 at a voltage level of about 5 V. Diode Y9-D38 is cut off, and current which was passing through resistor Y9-R142 and diode Y9-D38 will now flow via diode Y9-D34, thereby decreasing conduction voltage at the base of transistor Y9-T26. Transistor Y9-T26 is cut off approximately in the middle of the blocking period. This is necessary in order to guarantee complete cut-off of transistor Y9-T26 by the beginning of a new sawtooth voltage shaping cycle.

During the sweep duration, transistor Y9-T27 is cut off, diode Y9-D33 is conducting, and capacitor Y9-C42 is charged up to -0.6 V and triggers transistor Y9-T26 into a non-conductive state. The reset of the Schmitt trigger causes a rise of the sweep sawtooth voltage up to 10 V and, as a result, the collector voltage of transistor Y9-T27 goes up to 6 V abruptly and renders transistor Y9-T26 conductive. However, transistor Y9-T26 does not start to conduct instantaneously; but with a delay equal to the discharge time of capacitor Y9-C42. Due to this delay the discharge of the time-setting capacitor starts only after the trigger pulse is terminated and cuts off the integrator circuit, i.e. only after transistors Y9-T24 and Y9-T25 become conductive. Otherwise, non-linearity may occur at the end of the sawtooth voltage rise period.

Meanwhile, the blocking sawtooth voltage at the emitter of transistor Y9-MC4-1 decreases and after reaching approximately 1 V causes current to flow in the circuit of resistors Y9-R146, Y9-R151 and Y9-R152. This current, in its turn, causes a decrease of voltage at the base of transistor Y9-T31 which resets the Schmitt trigger to its initial state. The collector voltage of transistor Y9-T27 drops to 2 V. This resets the sweep recovery circuit to the initial state, transistor Y9-MC1-2 ceases conduction, and transistor Y9-MC1-1 is turned on. Large-value current starts flowing again through diode Y9-D9 which makes diode Y9-D9 ready for its switching in to the high-voltage state as soon as a new sync signal is applied.

When high-frequency signals are being studied, triggering may be unstable at the moment when diode Y9-D9 is switched from the low-voltage into the high-voltage state. On the c.r.t. screen, this is indicated by focusing the signal along the X axis for not above 0.4 ns.

To eliminate this phenomenon, provisions are made for decreasing the blocking time so that preparation current in diode Y9-D9 is set up and stabilized before a trigger pulse comes to the circuit built around two tunnel diodes. This function is performed by a high-frequency self-synchronization circuit which employs transistors Y9-T33, Y9-T36, Y9-MC4-2, and Y9-MC4-4.

A negative trigger pulse equal to the selected sweep length is applied to the base of transistor Y9-T33. The emitter circuit of this transistor conducts current which goes to the AND gate (diodes Y9-D43, Y9-D45 and resistor Y9-R156) and is added there to the current caused by a preparation signal in the collector circuit of transistor Y9-T31.

The combined current signal is converted by transistor Y9-MC4-2 into a negative voltage pulse.

The negative trigger pulse at the emitter of transistor Y9-T33 is differentiated by circuit Y9-C54, Y9-R164 and sent to the base of transistor Y9-T36. Signals at the collectors of transistors Y9-T36 and Y9-MC4-2 have opposite polarity. They are summed up and charge capacitor Y9-C59 in proportion with their difference. This voltage is applied to the gate of transistor Y9-T38 and from the separate loads of the latter - to the base of transistor Y9-MC4-4. This is how a change takes place in the discharge current of the blocking capacitor and, consequently, in the blocking time.

If both pulses applied to capacitor Y9-C59 are of the same length, the resulting voltage at the capacitor is zero and the discharge current of the blocking capacitor is constant.

If a preparation signal appears before a trigger pulse, the resulting voltage at capacitor Y9-C59 is positive. This voltage goes through a source follower built around transistor Y9-T38 to the base of transistor Y9-MC4-4 and turns it on, thus increasing the blocking capacitor discharge rate. As a result, the blocking time is reduced, while the preparation current appears and reaches its steady-state value before a new trigger pulse is applied.

Fig.8 a shows three combinations of sweep generator triggering as the total current of the trigger and preparation pulses reaches the peak current level of the tunnel diode.

Fig.8b illustrates precise synchronization when the preparation current in tunnel diode Y9-Д8 arises and reaches its steady-state level before a trigger pulse is delivered. Current required to reach a peak value will be taken only from the trigger signal and sweep triggering will be stable.

4.5.4. In the free-running mode, 150 V is applied to resistor Y9-R88 and current starts flowing in circuit Y9-R88 of transistor Y9-MC1-3. Transistor Y9-MC1-3 will start to conduct, and transistor Y9-MC1-4 will be cut off, thereby decreasing cut-off of transistor Y9-T13. The smallest change of voltage at the collector of transistor Y9-MC1-1 will cause conduction of transistor Y9-T13 which is equivalent to the delivery of a trigger pulse to the base of transistor Y9-T11 and to the sweep generation principle described above.

The only difference is that as soon as the Schmitt trigger returns to its initial state as a result of capacitor discharge and a cut-off voltage drop from the collector of transistor Y9-T27 acts upon the base of transistor Y9-MC1-1, a voltage drop at the collector of transistor Y9-MC1-1 and at the collectors of transistors Y9-T11 and Y9-T13 causes formation of a new pulse for triggering the sweep. The circuit starts operating in the free-running sweep mode. However, if, with the free-running mode on, a trigger signal is applied and diode Y9-Д8 produces a trigger pulse, free-running operation is blocked and the circuit starts operating in the triggered sweep mode.

A trigger pulse from diode Y9-Д8 is applied to the base of transistors Y9-T11 and Y9-MC2-1. The collector of transistor Y9-MC2-1 produces a positive pulse which acts upon the base of the transistor in monovibrator Y9-MC2-3. The latter changes its state and generates a negative pulse which is applied to the base of transistor Y9-MC1-3 and cuts the transistor off. Transistor Y9-MC1-4 produces a negative pulse which will cut off transistor Y9-T13. The trigger pulse delivered to the base of transistor Y9-T11 will cause a differential pulse for sweep generator triggering to appear at its collector and at the collector of transistor Y9-T13.

However, free-running sweep operation can be blocked only if a trigger signal manages to reset both tunnel diodes to the high-voltage state during the preparation time determined by a selected sweep length, otherwise, the sweep generator continues its operation in the free-running mode.

If the frequency of the trigger signal is above 5 Hz, the monovibrator cannot return to the initial state within the specified time and the generator produces a triggered sweep. If the trigger frequency is below 5 Hz, the monovibrator can revert to the initial state before the next trigger pulse is applied and, consequently, conditions are provided for free-running sweep operation. As soon as the blocking period is terminated, the sweep generator starts operating in the free-running mode.

This process is repeated. Each input signal starts the circuit, and approximately 200 ms later the free-running sweep begins operating until the next trigger signal.

4.5.5. When a single sweep is selected, the emitter voltage of transistor V9-MC3-2 becomes about 15 V. Diode V9-Д35 starts to conduct, and diode V9-Д39 is turned off, thus preventing the Schmitt trigger from resetting to the initial state due to the effect of the discharging blocking capacitor. In accordance with the position of the Schmitt trigger, transistor V9-MC1-1 is in the cut-off state, i.e. diodes V9-Д8 and V9-Д9 are at low voltage and cannot pass into the high-voltage state unless affected by the preparation current applied through transistor V9-MC1-1.

Transistor V9-T9 is also non-conductive and lamp Л2 is off. As the button IOTOB (READY) is pressed, a positive pulse is sent to the base of transistor V9-MC3-1, and a negative transient pulse appears at the emitter of transistor V9-T19 which is subsequently applied to the emitter of transistor V9-MC3-2. This voltage drop turns off diode V9-Д35 and the Schmitt trigger is reset to the initial state. Transistor V9-MC1-1 starts to conduct and preparation current goes to diodes V9-Д8 and V9-Д9. At the same time, transistor V9-T9 becomes conductive and lamp Л2 lights up indicating that the circuit is ready to generate one sawtooth pulse. Lamp Л2 remains on during the entire period of preparation and formation of sawtooth voltage. The lamp goes out as soon as the sweep generator is started by an external or internal trigger pulse and resets the Schmitt trigger. Then transistor V9-T9 is also turned off, resistor V9-R43 will carry lower voltage, since transistor V9-T9 will no longer shunt resistor V9-R45, and lamp Л2 goes out.

Lamp Л2 functions in all the sweep generator modes, but its main purpose is to indicate whether the sweep generator circuit is ready to produce a single sweep.

4.6. Horizontal Amplifier

4.6.1. The block diagram of the horizontal amplifier is illustrated in Fig.9.

Sawtooth voltage is applied to the input of the horizontal amplifier either directly (the switch РАСТЯЖКА (EXPANSION) set to "x10"), or through the 1:10 divider, with the switch РАСТЯЖКА (EXPANSION) set to ОТКЛ. (OFF). Attenuation of the input sawtooth voltage by 10 times corresponds to the rated expansion factors designated on the switch ВРЕМЯ/cm (TIME/cm). At the "x10" setting of the switch РАСТЯЖКА (EXPANSION), the input sawtooth signal of 250 mV is limited to a 100-V level, while its steepness increases 10 times.

From the divider, the sawtooth voltage goes to the differential amplifier input and further to the phase-inverter stage which converts a non-symmetrical signal into a paraphase signal. The control КОПП. (CORRECTION) of the stage is used to adjust the stage gain and, hence, sweep rates during operation.

Further, the signal goes to a limiting amplifier which limits the sawtooth voltage when shifted to the extreme position and during expansion.

Pressing of the button ПОИСК ЛУЧА (BEAM ADJUSTMENT) located in the penultimate amplifier stage brings the sweep trace into the effective screen portion.

The output amplifier stage amplifies the sawtooth voltage up to levels required for exciting the horizontal deflection plates of the cathode-ray tube.

4.6.2. The horizontal amplifier circuitry operates as follows (Appendix 5, sheet 8).

Sawtooth voltage is applied to the input of the differential stage via switch VII-B1 (РАСТЯЖКА - EXPANSION). At the "x10" setting of the switch, the sawtooth voltage goes directly to a differential amplifier built around transistors VII-MC1-1, VII-MC1-2, VII-T2 and VII-T3. In the position ОТКЛ. (OFF) of switch VII-B1, the input signal is delivered through a 1:10 divider which uses resistors VII-R1 - VII-R5. The same stage deflects the beam horizontally through varying the base voltage of transistor VII-MC1-1 by means of potentiometers R43-1 and R43-2.

To eliminate a temperature drift of the output voltage level, the differential amplifier stage employs microcircuit VII-MC1 which is a transistor configuration with almost identical characteristics of the transistors.

Potentiometer VII-R22 is used to set at check point K_T-1 such a potential at which the electronic beam brought into the centre of the c.r.t. screen by the knob "← • →" is not shifted by resetting of the switch РАСТЯЖКА (EXPANSION)

The phase-inverter stage is built around transistors VII-T5, VII-T6 connected into a common-emitter amplifier circuit. The emitter circuit of the stage includes the control KOPP. (CORRECTION) (VII-R32) which serves for adjusting the gain of the amplifier. The stage also effects partial limiting of the sawtooth voltage amplitude in the cases of snifts and expansion.

Zener diodes VII-III - VII-IV reduce the output potential of the phase-inverter stage by 15 V without attenuating the sawtooth signal. Potentiometer VII-R38 is designed for equalizing potentials at both transistors of the amplifier.

The limiting amplifier stage employs transistors VII-T7 and VII-T8. The stage limits the sawtooth voltage when the beam is shifted to the extreme positions and when expansion is on.

The emitter followers are built around transistors VII-T9 and VII-T10.

The penultimate stage uses transistors VII-T11 and VII-T12 connected to form a common-emitter circuit. This stage incorporates the button ПОИСК ЛУЧА (BEAM ADJUSTMENT). When the button is pressed, the emitter circuits are connected to a power supply source through a 15-kOhm resistor (VII-R53), current flowing through the transistors is reduced and they cease to conduct. Simultaneously, the output stage transistors are also cut off. The output potentials of the circuit transistors reach the same value and the beam is brought into the centre of the screen.

In the emitter circuit of the stage there are sawtooth voltage linearity controls (trimmer capacitor VII-C22 and resistor VII-R66) which are switched by relay VII-P1.

The output amplifier stage is an operational amplifier employing transistors VII-T16, VII-T17, VII-T21 - VII-T24 with auxiliary stages (emitter followers built around microcircuit VII-MC2 and transistors VII-T11 and VII-T12).

Emitter followers VII-T16 and VII-T17 ensure the D.C. characteristics of operational amplifier transistors VII-T21 and VII-T24 and decouple their base circuits from the penultimate amplifier.

The emitter followers built around transistors VII-MC2-1 and VII-MC2-2 isolate the base circuits of transistors VII-T22 and VII-T32 from the penultimate amplifier circuit.

The emitter followers using transistors VII-MC2-3 and VII-MC2-4 provide constant characteristics of the penultimate stage when current changes in the operational amplifier feedback circuit.

The load of the output amplifier is an opposite conductance transistor.

The feedback circuit of the operational amplifier consists of resistors VII-R89, VII-R96 and capacitors VII-C36 and VII-C38 for a circuit carrying a negative signal, and resistors VII-R88, VII-R95 and capacitors VII-C35, VII-C37 for a circuit with a positive signal. Trimmer capacitors VII-C35 and VII-C36 serve for linearity control at fast sweeps (2 and 5 ns/cm). Linearity at the end of the sweep in these ranges is adjusted by trimmer capacitor VII-C42 and also by circuit VII-R87, VII-C31, VII-C34.

The operational amplifier employs transistors of opposite conductance types 2T602B (n-p-n conductance) and 2T914 (p-n-p conductance). Series connection of the transistors (VII-T22 and VII-T25, VII-T23 and VII-T26) increases the total permissible collector-emitter voltage.

As slow sweeps, the operational amplifier functions as a conventional amplifier with a resistive load in the collector circuit. At fast sweeps, the magnitude of input signals coming through VII-C33 and VII-C32 to the bases of VII-T22 and VII-T23 increases. Transistor VII-T24 starts to conduct a higher current and creates low resistance for discharge of the collector circuit capacitances (capacitance of the collector circuit proper and those of the c.r.t. deflection plates), transistor VII-T22 also starts to conduct a higher current, thus providing a low-resistance current source for charging the deflection plate capacitances. During the sweep retrace the processes are reversed: transistors VII-T21 and VII-T25 begin to conduct a higher current, and current flowing through transistors VII-T22 and VII-T24 goes down.

4.7. Calibrator

The calibrator produces an amplitude- and frequency (period)-calibrated output voltage in the form of a "meander".

The calibrator crystal oscillator employs transistors VI2-MC1-1 and VI2-MC1-2 and operates at a 100-kHz frequency (Appendix 5, sheet 9).

A signal from the collector of transistor VI2-MC1-1 is applied to an amplifier (transistor VI2-MC1-3). The amplified signal is

delivered to Zener diode VI2-II2 which operates in a pulse mode and further to an emitter follower (transistor VI2-MC1-4). The lower level of the collector signal of transistor VI2-MC1-3 has a negative potential and turns off transistor VI2-MC1-4. A zero-level output signal is produced at the circuit output. The higher signal level is determined by the stabilization voltage of Zener diode VI2-II2.

The output signal is taken off divider VI2-R11 - VI2-R13 which at the same time acts as an emitter follower load. The signal amplitude is adjusted by potentiometer VI2-R11.

4.8. Pulse Generator

4.8.1. The block diagram of the generator is shown in Fig.10.

The generator comprises:

- a master oscillator which generates square pulses;
- a trigger pulse shaper intended for triggering a tunnel diode generator;
- a reset pulse shaper which reverts the tunnel diode generator back to its initial state;
- a tunnel diode generator which produces a pulse with a rise time not over 0.5 ns;
- a sync pulse amplifier which produces a sync pulse for triggering external devices.

4.8.2. The master oscillator employs microcircuit VI6-MC1 (Appendix 5, sheet II). It produces square pulses whose repetition frequency depends on the magnitude of capacitors VI6-C1 and VI6-C2. The negative output pulse of the generator are applied through an emitter follower (transistor VI6-T2) to the trigger pulse shaper and to the reset pulse shaper.

The trigger pulse shaper is built around transistors VI6-T3 - VI6-T6. In the initial state, transistor VI6-T3 is conducting and is close to saturation. The collector current is maintained constant with the help of a current source using transistor VI6-T4. For higher stability of the source, diode VI6-II4 is used for temperature compensation. Current is adjusted by potentiometer VI6-R9.

Negative pulses coming from the master oscillator cut off transistor VI6-T3 and D.C. charging of capacitor VI6-C7 begins. The capacitor charge voltage is linear. Because of resistor VI6-R15, the voltage produces a sudden rise which is applied

through diode VI6-Д2 to the sync pulse amplifier and is amplified there. Since transistor VI6-T6 is turned off and starts to conduct only when voltage at capacitor VI6-C7 rises up to a value required for triggering it into conduction, the sync pulse is produced before the main oscillator pulse. A delay between the pulses can be varied by potentiometer VI6-R28.

When transistor VI6-T6 starts to conduct, the signal is applied to diode limiter VI6-Д5. Choke VI6-Др2 and resistor VI6-R26 correct the waveform of the trigger signal.

In the initial state, the operating point of tunnel diode ДИ8 lies on the low-voltage section of the current-voltage curve. The magnitude of its current is close to the diode peak current and is controlled by potentiometer VI6-R13. The incoming pulse of the trigger circuit shifts the diode operating point to the high-voltage portion of the current-voltage curve. The rise time of the generator output pulse depends on the tunnel diode switch-over time. The top of the output pulse is determined by the trigger waveform.

To return the operating point to the initial state, use is made of a reset circuit composed of differentiating circuit VI6-R8, VI6-C5, limiter diode VI6-Д3 and a reset pulse amplifier built around transistor VI6-T5.

The master oscillator pulses are differentiated and applied to diode VI6-Д3 which passes only positive pulses corresponding to the trailing edge of the trigger pulse. They turn on transistor VI6-T5, are amplified and sent to tunnel diode ДИ8, resetting it into the initial state.

4.9. Low-Voltage Power Sources

4.9.1. The power sources provide operation of the oscilloscope when supplied from 50-Hz 220 V $\pm$ 10% or 400-Hz 220 V $\pm$ 5% and 115 V $\pm$ 5% mains by switching-over part of the primary turns in transformer Tpl with the aid of switches B7 and B8.

The voltages and currents delivered by the power supply sources and their basic characteristics are shown in Table 3.

Table 3

Output voltage, V	Load current, mA	Ripple voltage amplitude (peak-to-peak), mV	Total instability of output voltage, %
+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. All the stabilized voltage sources are standard semiconductor compensation stabilizers with a series-connected regulating element (Appendix 5, sheet 10).

The regulating elements are built around transistors.

Effect onto the regulating element is through a negative feedback circuit which comprises a D.C. amplifier, a reference voltage source, and a feedback divider.

The D.C. amplifier is an operational amplifier built around microcircuit 1YT401A which allows to reduce the temperature instability and the output ripple of the stabilizer voltage.

All the stabilizer D.C. amplifiers are fed with -6.3 V and +6.3 V voltages taken off Zener diodes VI4-Д5 and VI4-Д11, type 2C156A. Reference voltage for the sources of the same polarity is the same. Reference voltage for the 150-V, 35-V and 15-V sources is taken off Zener diode VI4-Д9, type Д818Г, and that for the -12.6-V and -100-V sources is delivered from Zener diode VI4-Д6.

4.9.3. Resistors VI3-R1 - VI3-R3, R47, R48, R50 serve for discharging the rectifier filter capacitances.

4.9.4. To reduce the D.C. amplifier gain at a frequency higher than the ripple voltage frequency, the following RC circuits are employed:

VI4-R3 - VI4-C2 and VI4-R9 - VI4-C5 - in the 150-V source;

VI4-R12 - VI4-C7 and VI4-R18 - VI4-C10 - in the 35-V source;

VI4-R23 - VI4-C12 and VI4-R29 - VI4-C15 - in the 15-V source;

VI4-R34 - VI4-C17 and VI4-R38 - VI4-C19 - in the -12.6

source;

VI4-R42 - VI4-C21 and VI4-R47 - VI4-C23 - in the -100-V

source.

4.9.5. Capacitors VI4-C1, VI4-C3, C15 (in the 150-V source);

VI4-C6, VI4-C8, VI5-C1, VI5-C2 (in the 35-V source);

VI4-C11, VI4-C13, VI5-C3, VI4-C4 (in the 15-V source);
VI4-C16, VI4-C18, VI5-C5, VI5-C6 (in the -12.6-V source);
VI4-C20, VI4-C22, VI5-C7, VI5-C8 (in the -100-V source)

serve for increasing the operation stability of the stabilizers.

4.9.6. Diodes VI4-Д1 - VI4-Д4, VI4-Д7; VI4-Д8, VI4-Д12 - VI4-Д15 afford overvoltage protection to the D.C. amplifier input when transient processes occur.

4.9.7. Overcurrent protection of controlling transistors T7-T10, T12-T14 in the case of a short-circuit at the stabilizer output is provided by BHI-I high-acting fuses VI4-ПпI - VI4-Пп5; overvoltage protection is provided by Zener diodes Д1, Д6, Д11. If short circuits occur at the winding of the transformer, it is protected by fuse ПпI type BHI-I rated at 3 A if mains voltage is 115 V and rated at 2 A if the mains carries 220 V.

4.9.8. Voltage to the input of the 150-V stabilizer is delivered from a rectifier (VI3-Д1 - VI3-Д4) and smoothing filter C13, C14.

The regulating element is built around transistors VI4-T1 - VI4-T3 and T7.

Resistor R46 limits current flowing through controlling transistor T7 when power supply voltage is connected and in cases of short-circuits at the stabilizer input.

The output voltage is set by potentiometer VI4-R6.

4.9.9. The input voltage delivered to the 35-V source stabilizer is taken off rectifier VI3-Д5 - VI3-Д8 and smoothing filter C16, C17.

The regulating element is built around transistors VI4-T4, VI4-T5 and T8.

The output voltage is set by resistor VI4-R15.

4.9.10. Voltage to the 15-V source stabilizer is applied from a rectifier using diodes Д2-Д5 and smoothing filter C19.

The regulating element is built around transistors VI4-T6, VI4-T7 and T9.

The output voltage is set by resistor VI4-R26.

4.9.11. The input voltage delivered to the -12.6-V source stabilizer is taken off a rectifier built around diodes Д7-Д10 and smoothing filter C22, C23.

The regulating element is built around transistors VI4-T8, T10.

Setting of the output voltage is by means of resistor VI4-R36.

4.9.12. The input voltage to the -100-V source stabilizer is taken off rectifier VI3-Д9 - VI3-Д12 and smoothing filter C24.

The regulating element is built around transistors VI4-T9 and T12.

Resistor R49 limits current flowing through regulating element T12 when the power supply voltage is switched on and in the case of short circuits at the stabilizer output.

Setting of the output voltage is by resistor VI4-R45.

4.10. High-Voltage Power Source

4.10.1. The high-voltage power source delivers adjustable stabilized voltages to supply the cathode (U_c), modulating electrode (U_m) and post-accelerator electrode (U_{pa}) of the oscilloscope c.r. tube.

The block diagram of the high-voltage source is illustrated in Fig.11.

The high-voltage power source comprises the following basic elements:

- a low-voltage stabilizer;
- a voltage converter;
- high-voltage rectifiers.

The low-voltage stabilizer stabilizes all the output voltages in the conditions of varying input voltage (U_{in}), and varying cathode rectifier load, and controls the converter output voltages. The stabilizer is a compensation type consisting of a feedback voltage amplifier and a regulating element.

The voltage converter converts stabilized 20 ± 2 V D.C. voltage into 16 ± 1 kHz A.C. voltage.

The high-voltage rectifiers are employed for rectifying and multiplying voltages taken off the secondary windings of transformer VI7-Tp1.

The output of the cathode supply high-voltage rectifier gives out feedback voltage to be applied through the high-voltage divider to the input of the feedback amplifier of the low-voltage stabilizer.

If the cathode rectifier output voltage U_c deviates from its rated value, feedback voltage U_f at the feedback voltage amplifier input also changes. This change is amplified by the feedback voltage amplifier and applied to the regulating element varying its internal resistance.

The phase of the control voltage is such that the rise of output voltage U_c causes a larger voltage drop at the regulating element which results in the decrease of the output voltage. When the output voltage U_c drops down, a voltage drop at the regulating element decreases and, as a result, the output voltage goes up.

4.10.2. The feedback voltage amplifier is built around transistors VI7-V3-T3 and VI7-V3-T2 (Appendix 5, sheet 12). Zener diode VI7-V3-Д2 and diode VI7-V3-Д3 serve for protecting transistor VI7-V3-T3. The feedback voltage amplifier is fed with -100 V auxiliary voltage from the stabilized voltage source of the oscilloscope.

4.10.3. The regulating element is composed of transistors VI7-V3-T1, T13 and T14.

Transistors T13 and T14 are located outside the unit on the heat sink on the oscilloscope rear wall.

To increase stabilization and minimize temperature and time instability, the feedback circuit of the stabilizer incorporates a 150-V D.C. reference voltage source.

The converter output voltages are controlled within specified limits by varying the reference voltage taken off the wiper of potentiometer VI7-V3-R6 connected into voltage divider circuit VI7-V3-R6, VI7-V3-R7, VI7-V3-R8.

Potentiometer VI7-V3-R6 is screw-controlled on the unit screen cover.

The -30 V stabilizer input voltage (U_{in}) is delivered from the low-voltage power supply unit of the oscilloscope.

4.10.4. The voltage converter consists of a master oscillator and a power amplifier. The master oscillator is a push-pull circuit built around transistors VI7-V2-T2 and VI7-V2-T1 with saturable-core transformer VI7-V2-Tpl.

The transformer windings are located on a ferrite ring. Power supply of the master oscillator is from a 35-V low-voltage supply source of the oscilloscope. The master oscillator produces square voltage pulses with a duty cycle of about 0.5 at a frequency of 16 ± 1 kHz. The pulse repetition frequency can be varied by potentiometer VI7-V2-R5.

The converter power amplifier is a common-collector circuit built around transistor VI7-T1. The amplifier operates into the primary winding of high-voltage transformer VI7-Tpl. The transformer windings are situated on a III-shaped ferrite core of

12x15 mm cross-section. The transformer coil is sectionalized which ensures minimum self capacitance. The transformer has two secondary step-up windings for supplying the cathode and post-accelerator electrode rectifiers and the rectifier of the c.r.t. modulating electrode.

Chokes VI7-VI-Дp1, VI7-VI-Дp2 and capacitor VI7-C1 serve as a r.f. smoothing filter. The power amplifier is fed from the low-voltage stabilizer of the unit.

4.10.5. The high-voltage rectifiers are voltage multiplier circuits.

The gate elements are small-size silicon stacks VI7-ДII - VI7-ДII4 (in the modulating electrode and cathode rectifiers) and VI7-ДI - VI7-Д9, VI7-ДI5 (in the post-accelerator electrode rectifier).

The power supply rectifier of the c.r.t. modulating electrode has its output voltage adjustable by potentiometer VI7-R9 (KOPP. ЯРК. - BRIGHTNESS ADJUSTMENT).

Output voltage ripple in the cathode and modulating electrode rectifiers is minimized by U-shaped RC filters. In the post-accelerator electrode rectifier, an L-shaped RC filter is used for the purpose.

4.11. Construction

The oscilloscope is contained in a carcass composed of two cast frames and two side tie pieces fitted with carrying handle 8 (Fig.12). The handle can be used as a support which adds convenience to handling the oscilloscope. In order to set the handle as required, it should be pressed from both sides and then turned.

The casing is two U-shaped aluminium covers.

Printed-circuit boards are principally used in the oscilloscope circuitry. The printed-circuit boards are connected by single- and multi-contact connectors.

A forced cooling system is used.

The construction and arrangement of the basic units of the oscilloscope are shown in Figs 12, 13, 14.

The basic units of the oscilloscope are:

- cathode-ray tube 7,
- power transformer 1,
- heat sink with oscilloscope supply transistors and stabilizer board,

- high-voltage power supply unit 14,
- delay line 4,
- calibrator printed-circuit board VI2,
- attenuators,
- switch printed-circuit board Y4-16,
- printed-circuit board of vertical amplifier Y5,
- printed-circuit board of illumination pulse amplifier Y6-10,
- printed-circuit board of sweep generator Y9-17,
- printed-circuit board of pulse generator VI6,
- printed-circuit board of horizontal amplifier Y11,
- operation time counter 3CB-2,5-12,6/0.

The face panel of the oscilloscope mounts the following control and adjustment elements (Fig. 14):

- | | |
|--|--|
| ВКЛ. ОТКЛ. (ON/OFF) | - serves for switching the calibrator on and off; |
| ВЫХОД (OUTPUT) | - calibrator signal output jack; |
| РЕЖИМ (MODE) | - switch used for selecting the switch operation mode. When the switch is set to the position A, only the channel A operates; at the setting B, only the switch L operates. In the position ПООЧЕРЕДНО (ALTERNATE) and ПЕРЕРЫВИСТО (INTERMITTENT), the two-channel operation mode is provided; |
| ↑
↓
V/cm | - serves for vertical deflection of the display;
- selects a vertical deflection calibrated factor; |
| ВХОД А (INPUT A) | - input jack of vertical amplifier channel A; |
| СИНХР., А, А И Б
(SYNC, A, A and B) | - selects a sync signal when synchronized internally. In the position A, the sweep is synchronized by a signal from the channel A, in the position A and B the sweep is synchronized by a signal from any channel; |
| ВХОД Б (INPUT B) | - input jack of vertical amplifier channel B; |

ПИТАНИЕ ПРОБНИКА (PROBE POWER SUPPLY)	- connector for coupling of an external resistive probe and feeding power supply voltages to the probe;
ПОИСК ЛУЧА (BEAM ADJUSTMENT)	- used for vertical and horizontal setting of the beam to the centre of the scale;
ШКАЛА (GRATICULE)	- controls graticule illumination brightness on the c.r.t. screen;
АСТИГМ. (ASTIGMATISM)	- serves for providing the optimum spot shape on the c.r.t. screen;
ФОКУС. (FOCUS)	- serves for providing the optimum spot size on the c.r.t. screen;
ЯРКОСТЬ (BRIGHTNESS)	- serves to provide a required brightness of the signal display;
ГОТОВ (READY)	- button which prepares the circuit for the next single sweep triggering which is indicated by coming-on of the lamp on the face panel of the oscilloscope;
ВХОД (INPUT)	- jack for an external sync signal;
ВЫХОД $\sqcap$ ($\sqcap$ OUTPUT)	- jack for an illumination pulse output;
РЕЖИМ (MODE)	- selects the sweep operation modes: ЖИВ. (TRIGGERED), АБТ. (FREE-RUNNING) or ПАЗОВЫЙ (SINGLE);
ЗАПУСК (TRIGGERING)	- selects a type of synchronization (ВНЕШ. - EXTERNAL, ВНУТР. - INTERNAL or СЕТЬ - POWER SUPPLY) polarity of the trigger signal ("+" or "-") and switches the input divider (I:I or I:10) on and off;
СТАБИЛЬНОСТЬ (STABILITY)	- serves for synchronization control;
ВРЕМЯ/cm (TIME/cm)	- sets fixed sweep rates;
УРОВЕНЬ (LEVEL)	- controls the trigger level which starts the sweep;
РАСТЯЖКА, $\times 10$, ОТКЛ. (EXPANSION, $\times 10$, OFF)	- used for 10 times expansion of the sweep rates set by the switch ВРЕМЯ/cm (TIME/cm);
КОРРЕК. (CORRECTION)	- intended for correcting sweep rates at all sweep durations;
$\longleftrightarrow$	- serves for horizontal deflection of the signal;

CETB (ON/OFF)	- ON/OFF toggle switch;
ВЫХОД (OUTPUT) 	- pulse generator output jack;
ВКЛ. ОТКЛ. (ON, OFF)	- serves for switching the pulse generator on and off

NOTE. The Manufacturer's policy is one of continuous improvement of the performance and reliability of its instruments, therefore, minor circuit and design modifications may sometimes be introduced without deterioration of the operating characteristics of the oscilloscope.

5. MARKING AND SEALING

5.1. The word "Oscilloscope", the trade mark of the Manufacturing factory and the State Register symbol are marked on the face panel of the oscilloscope, its designation (C1-75) on the face panel and on the righthand side wall; the rear wall of the oscilloscope carries the Serial number of the instrument assigned to it during manufacture.

5.2. For facilitating repair work in the oscilloscope, the following marks are made:

a) the printed-circuit boards, walls, chassis and brackets carry symbols marked near each electric and radio element in conformity with the circuit diagram;

b) the ends of each wire in a wire bundle are marked with digits;

c) the colour of a wire in a wire bundle indicates its purpose:

- 15, 35, and 150 V wires are red;
- -12.6 and -100 V wires are blue;
- earth potential wire is black;
- A.C. voltage wires are yellow.

5.3. The oscilloscope is sealed to prevent unauthorized access to its elements. Seals are placed on the the left and right side walls and on the rear wall.

For keeping the oscilloscope set intact in transportation, the S&A stowage box and transportation case are sealed.

6. GENERAL OPERATING INSTRUCTIONS

At all the operation stages (operation, repair, maintenance, storage, transportation, etc.), follow the rules specified in respective sections of the Operating Instructions.

After receiving the oscilloscope, unpack it and examine externally to make sure there are no damage and defects.

Check the oscilloscope components as per List of components. After that check the oscilloscope for functioning performing a sequence of checking operations listed in Section 12 of the present Instructions.

The oscilloscope employs a forced exhaust ventilation system. The air is sucked in through openings in the casing. The ventilator is located on the rear wall of the instrument.

Observe the following rules when operating the oscilloscope:

- it is not allowed to operate the oscilloscope with the fan off because this will upset temperature conditions inside the instrument and cause its premature failure;

- it is not recommended to place the oscilloscope close to objects that prevent air flow into and out of the instrument. The distance between the oscilloscope walls and objects preventing air access must be at least 10 cm.

7. SAFETY MEASURES

The oscilloscope carries 12,500 V, 2700 V, 2500 V, 150 V, -100 V, 35 V, 15 V and -12.6 V voltages dangerous for human life.

Follow strictly all the safety measures when performing maintenance and adjustment operations in the oscilloscope.

Prior to connection of the oscilloscope to mains, make sure that the supply lead is serviceable. Connect the terminal 1 of the oscilloscope with the earthing circuit.

Replacement of any element is allowed only if the oscilloscope supply lead is disconnected from the mains.

Use reliably insulated tools and probes when carrying out control and measurement operations in the oscilloscope circuitry.

To protect the personnel from electric shock, warning symbols and red labels are marked in particularly dangerous places of the oscilloscope. Besides, these places are protected with special guards.

8. PREPARATION FOR OPERATION

8.1. When connecting the oscilloscope for operation for the first time, perform the following operations:

- a) examine the oscilloscope externally to make sure there are no mechanical damage and faults;

If a generator pulse is not used, set the switch BKII./OTKII. (ON/OFF) in the generator to OTKII.(OFF).

9. OPERATION

9.1. Preparation for Measurements

9.1.1. Connect the oscilloscope to mains by pushing the button CETB (ON/OFF). The coming-on of the pilot lamp indicates that the oscilloscope is energized.

About one minute after the switching-on, turn the knob ЯРКОСТЬ (BRIGHTNESS) clockwise until beams appear on the c.r.t. screen. Adjust the beam brightness to the optimum level.

Use the knobs "←→" and " ↑ " to set the beams to the centre of the c.r.t. screen.

Adjust the optimum focus of the beams by the knobs ФОКУС (FOCUS) and АСТИГМ. (ASTIGMATISM).

Check the action of the knob ШКАЛА (GRATICULE) by turning it clockwise which must cause illumination of the c.r.t. screen.

IMPORTANT. To ensure guaranteed measurement accuracy, before starting operation warm up the oscilloscope during 15 min. (or during 30 min. at elevated humidity).

Apply calibration voltage from the jack Выход (OUTPUT) of the calibrator to the vertical amplifier input A, with the switch V/cm set to the position "0,I". The c.r.t. screen must display a 100-kHz signal.

Set the sweep generator switch РЕЖИМ (MODE) to ЖИВ. (TRIGGERED), and the switch ЗАПУСК (TRIGGERING) to ВНУТР. (INTERNAL) "∞". Turn the knob УРОВЕНЬ (LEVEL) to obtain a stable position of the calibration signal on the screen.

Make sure the oscilloscope is serviceable by checking functioning of all the control and adjustment elements brought out at the face panel.

The purposes of the basic control and adjustment elements of the oscilloscope are given below.

9.1.2. A required sweep rate is selected by two switches: ВРЕМЯ/см (TIME/cm) and РАСТЯЖКА (EXPANSION). Using the switch ВРЕМЯ/см (TIME/cm) it is possible to select any of the 21 fixed sweep rates: 20 and 50 ns; 0.1, 0.2, 0.5, 1, 2, 5, 10, 20, 50 micros; 0.1, 0.2, 0.5, 1, 2, 5, 10, 20, 50 and 100 ms. The switch РАСТЯЖКА (EXPANSION) stretches the sweep length set by the

switch $BPEM\dot{H} / cm(TIME/cm)$ by 10 times, thus providing the sweep rates of 2, 5 and 10 ns/cm.

When the knob $BPEM\dot{H} / cm(TIME/cm)$ is set to "10 μs " and the knob $PACT\dot{Y}KK\dot{A}$ (EXPANSION) to OTKJ. (OFF), the screen displays 10 calibration signal periods.

Turn the knob $BPEM\dot{H} / cm(TIME/cm)$ to the position "0,1 ms" and the knob $PACT\dot{Y}KK\dot{A}$ (EXPANSION) to "x10". 10 calibration signal periods will be displayed on the screen.

9.1.3. The switch $3AII\dot{Y}CK$ (TRIGGERING) serves for selecting a sweep trigger source. The positions $BHYTP. 1:1$ (INTERNAL, 1:1) and $BHYTP. 1:10$ (INTERNAL, 1:10) are used when the sweep is started internally by the signal being studied. The position $CET\dot{B}$ (POWER SUPPLY) is employed when the sweep is triggered by an internal signal supplied at a power supply frequency, and the position $BHEIH. 1:1$ (EXTERNAL, 1:1) and $BHEIH. 1:10$ (EXTERNAL 1:10), when triggering the sweep by an externally-derived signal. The positions " $\sim$ " and " $\approx$ " correspond to an open or a closed input both in external and internal sweep triggering modes.

The positions "+" and "-" of the switch $3AII\dot{Y}CK$ (TRIGGERING) permit selection of a trigger polarity. With the switch set to "+", the sweep is triggered by the positive-going portion of the signal; when the switch is turned to "-", the negative-going part of the trigger signal starts the sweep.

WARNING . In the external synchronization mode, with the switch $3AII\dot{Y}CK$ (TRIGGERING) set to "1:1" it is not allowed to apply a signal with an amplitude above 3 V to trigger the sweep.

9.1.4. Set the switch $PEM\dot{M}$ (MODE) in the sweep generator to select triggered, free-running or single sweeps.

The free-running sweep is used for viewing periodic signals. In this case, the knob $CTABII\dot{L}HOCT\dot{B}$ (STABILITY) can be used to vary the free-running sweep frequency and obtain stable synchronization at high frequencies.

The triggered sweep is used for viewing both periodic and non-periodic signals.

The signals sweep mode is used when it is required to photograph single signals.

The single sweep can be triggered by an internal signal under study, internal power supply signal or external signal, similar to the conventional mode.

Check single sweep triggering.

To do this:

- set the sweep length to 10 micros/cm;
- turn the switch ЗАПУСК (TRIGGERING) to ВНУТР. (INTERNAL), switch СИНХР. (SYNCHRONIZATION) to the position А, and the sweep generator switch РЕЖИМ (MODE) to the position ЖДЦ. (TRIGGERED);
- apply a signal from the built-in calibrator to the input А of the amplifier, with the switch V/cm set to "0.1";
- turn the knob УРОВЕНЬ (LEVEL) to obtain a stable display of the signal;
- set the sweep generator switch РЕЖИМ (MODE) to ПАЗОВЫЙ (SINGLE) and make sure the display disappears;
- remove the signal from the amplifier input А and push the button ГОТОВ (READY) which must be accompanied by lighting-up of the lamp ГОТОВ (READY);
- apply a signal to the amplifier input А; the sweep will be triggered again and the lamp goes out. This means that the single sweep mode is normal.

9.1.5. Using the knob УРОВЕНЬ (LEVEL), select a signal level at which the sweep is triggered.

When the knob is rotated clockwise, the trigger level increases in a positive direction, rotation of the knob counter-clockwise causes a shift of the trigger level towards negative values. With the knob in the intermediate position, the sweep is triggered at a level close to zero. In this case the sweep sensitivity threshold will be minimum.

If the sweep triggering level is equal to, or larger than the trigger signal amplitude, the sweep will not be triggered. With an increase of the triggering level, i.e. as the knob УРОВЕНЬ (LEVEL) is turned from its intermediate position clockwise or counter-clockwise, the sensitivity threshold will rise.

The rotation of the knob УРОВЕНЬ (LEVEL) clockwise or counter-clockwise is determined by the polarity set by the switch ЗАПУСК (TRIGGERING). If the switch ЗАПУСК (TRIGGERING) is set to "+", the knob УРОВЕНЬ (LEVEL) should be rotated from the extreme righthand position towards the centre; if the switch is in the "-" position, the knob УРОВЕНЬ (LEVEL) must be turned from its extreme lefthand position towards the centre.

9.1.6. The knob " $\longleftrightarrow$ " is intended for horizontal deflection of the signal being studied. The indicators " $\longleftarrow$ " and " $\longrightarrow$ " show the direction of signal deflection on the c.r.t. screen. The

knob " $\longleftrightarrow$ " has a special sector within which the horizontal deflection of the beam is continuous, while in the remaining portion deflection is step-like.

9.1.7. Rotation of the knobs " $\updownarrow$ " in both channels shifts the signal display vertically on the c.r.t. screen. The indicators " $\uparrow$ " and " $\downarrow$ " show the direction of signal deflection on the screen.

9.1.8. The knob V/cm is used for switching over the input divider, i.e. for varying the oscilloscope deflection factor. Apply a signal from the built-in calibrator to the amplifier input A, with the switch V/cm set to "0,2". Turn the knob V/cm first to the right and then to the left of the position "0,2". The rotation of the knob to the right causes an increase of the signal display, its leftward rotation reduces the display.

9.1.9. The switch СИХХР. (SYNCHRONIZATION) selects a channel whose signal synchronizes the sweep in the internal synchronization mode. When the switch is set to the position "A", the sweep is synchronized from the A channel signal only. With the switch turned to the position "A и B" (A and B), a signal from any channel can synchronize the sweep.

IMPORTANT. In the modes ПОЧЕРЕДНО (ALTERNATE) and ПЕРЕРЫВИСТО (INTERMITTENT), the sweep is synchronized from the A channel signal only. In this case the switch СИХХР. (SYNCHRONIZATION) must be set to the position "A".

9.1.10. The amplifier switch РЕЖИМ (MODE) provides the following modes: channel A, channel B, change-over of the channels after each sweep operating trace (ПОЧЕРЕДНО - ALTERNATE) and change-over of the channels non-synchronous with sweep triggering (ПЕРЕРЫВИСТО - INTERMITTENT).

Set the amplifier switch РЕЖИМ (MODE) to the position A, and the sweep generator switch РЕЖИМ (MODE) to АВТ. (FREE-RUNNING). The c.r.t. screen must display one trace which should be deflected when the knob " $\updownarrow$ " in the channel A is turned.

Similarly check operation of the channel B, with the amplifier switch РЕЖИМ (MODE) set to the position B.

Change the amplifier switch РЕЖИМ (MODE) to ПОЧЕРЕДНО (ALTERNATE). The screen must display two traces controllable by the knobs " $\updownarrow$ ". Use the same procedure with the amplifier switch РЕЖИМ (MODE) turned to ПЕРЕРЫВИСТО (INTERMITTENT).

Observe the difference between the modes ПОЧЕРЕДНО (ALTERNATE) and ПЕРЫБИСТО (INTERMITTENT). In the mode ПОЧЕРЕДНО (ALTERNATE) the upper and lower trace lines appear alternately, in the mode ПЕРЫБИСТО (INTERMITTENT), their appearance is simultaneous.

9.1.11. After a 15-min warm-up period since switching-on of the oscilloscope, check:

- sweep rate calibration;
- calibration of deflection factors in both channels.

To check the deflection factors and sweep rates, turn the oscilloscope control knobs as follows:

РЕЖИМ (MODE) of the sweep generator	- to КЛУЦ. (TRIGGERED);
ЗАПУСК (TRIGGERING)	- to ВНУТР. " ~ ", (INTERNAL), " ~ ";
ВРЕМЯ/cm (TIME/cm)	- to "10 μ s";
РАСТЯЖКА (EXPANSION)	- to ОТКЛ. (OFF);
V/cm	- to "0,1";
РЕЖИМ (MODE) of the amplifier	- to ПОЧЕРЕДНО (ALTERNATE);
СИНХР. (SYNCHRONIZATION)	- to A.

Apply a calibration signal from the calibrator to the amplifier input A. Adjust optimum synchronization by the knob УРОВЕНЬ (LEVEL). 10 periods of the calibration signal must be accommodated within 10 cm of the c.r.t. screen graticule. If 10 cm contain more or less than 10 signal periods, adjust the sweep by means of the control КОРРЕК. (CORRECTION) screw-adjusted from the face panel.

Set the sweep generator switch РЕЖИМ (MODE) to АБТ. (FREE-RUNNING) and use the knob УРОВЕНЬ (LEVEL) to obtain two horizontal trace lines on the screen.

Using the knob " $\updownarrow$ " in the channel A, align the lower trace line with the lower graticule line of the effective screen. The distance between the trace lines must be 5 cm. If the distance is larger or smaller than 5 cm, adjust it to 5 cm by the control КОРРЕКТИРОВКА УСИЛЕНИЯ (GAIN ADJUSTMENT) through a hole in the bottom of the oscilloscope.

Use the same procedure for checking calibration of the deflection factors in the channel B.

9.1.12. After checking the serviceability of the oscilloscope and the above calibrations, the instrument is ready for necessary studies and measurements.

9.2. Measurements

9.2.1. The oscilloscope graticule is traced on the inner side of the c.r.t. envelope, which ensures accurate parallax-free readings of the beam position with respect to the graticule divisions. The graticule is divided into six vertical and ten horizontal divisions, each equal to 1 cm. Along the central axes, each larger division is divided into five smaller divisions. The vertical deflection factor and the sweep rate are calibrated relative to the graticule divisions. Therefore, the signal voltage levels and their time characteristics may be measured directly by these divisions.

For easier measurement of the rise time of the signals there are dots on the graticule which indicate the 10% and 90% levels of the vertical graticule size. The distance between the dots is 0.2 cm (1 smaller division).

The illumination of the graticule lines is controlled by the knob ИСКЛЮЧ (GRATICULE).

A gauze light filter is used to improve visibility of the beam when operating the oscilloscope at high outside lighting levels. When photographing or viewing signals at a high writing speed, the light filter should be removed.

For dismantling the light filter, undo the eight nuts which fasten the escutcheon and remove the filter after which put back the escutcheon and fasten it with the nuts.

9.2.2. The oscilloscope can operate in two modes:

- single-channel mode (A and B);
- two-channel mode (ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНО - ALTERNATE and ПЕРЕМЕЖИВАТЕЛЬНО - INTERMITTENT).

The operation mode is selected by the switch РЕЖИМ (MODE). In single-channel operation, the instrument operates as an ordinary single-channel oscilloscope with the sweep that can be free-running, triggered or single.

In two-channel operation, both channels function simultaneously. The mode ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНО (ALTERNATE) is useful for studying short signals, while the mode ПЕРЕМЕЖИВАТЕЛЬНО (INTERMITTENT) is preferable for investigating longer signals (when operating at 1 ms/cm and slower sweeps).

9.2.3. The signals to be tested are applied to the oscilloscope as follows.

If a signal source has an output resistance of 50 Ohm, it can be connected to the oscilloscope directly. The signals can be applied either to BXOД A (INPUT A) or BXOД B (INPUT B), or else to both inputs.

To ensure a small load of the circuit being studied, it is necessary to use a 1:10 external divider with 500 Ohm input resistance or a 1:50 external divider with 2.5 kOhm input resistance.

The input stage of the vertical amplifier can withstand ± 3 V peak input voltage. Consequently, in the position "0,01" of the switch V/cm the input voltage must not exceed ± 3 V. At other settings of the switch V/cm the input signal is divided and therefore the magnitude of the permissible input voltage increases. However, in all the positions of the input divider, the input magnitude is restricted by dissipation power of the divider resistors. Since the divider input resistance is 50 Ohm, and the dissipation power of its resistors does not exceed 0.5 W, the maximum D.C. voltage applied to the divider should not be over ± 5 V RMS.

If pulse voltage above 5 V is applied to the oscilloscope input, see to it that the pulse power does not exceed the divider rated power, i.e. 0.5 W. Since the pulse power depends on the length of single signals and on the repetition frequency of periodic signals, set these characteristics to maximum in order to avoid overheating of the divider resistors which change their rated value and other characteristics under the effect of overheating. Resistors type C2-10 employed in the divider may be overheated by 30°C. If overheating is above 30°C, the resistors will be damaged.

The chart of Fig.15 makes it possible to determine the maximum peak pulse voltage which may be input voltage for pulses with a repetition frequency less than 1 pulse per minute, i.e. for single signals.

Fig.16 gives the values of peak pulse voltage for signals with the mean power not over 0.25 W at a repetition frequency of more than one pulse per minute.

In investigating complex signals having pulse power P (W), length T (s) and repetition frequency F (Hz), the divider remains undamaged if requirements (1,2) are met:

- for periodic signals

$$P.T. \leq \frac{0.1}{1 + 0.2 F}; \quad (1)$$

- for single signals

$$P.T. \leq 0.1 \quad (2)$$

For signals with mean power P_1 , the divider will not fail if conditions (3) is satisfied:

$$P.T. \leq 0.1 - 0.2P_1 \quad (3)$$

Below are given several examples of calculation that illustrates the potentialities of the oscilloscope when studying signals of 0.5 W power with an amplitude above 5 V.

Example 1. Assume that a single signal has an amplitude, length and a repetition period shown in Fig.17.

It is necessary to determine the setting of the switch V/cm at which the divider will not be damaged by large-amplitude signals while studying low-level signals, i.e. with an amplitude of 0.2 V.

Let us find the amount of overheating that will be caused by each pulse in the resistors.

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

where t_R is overheating, $^{\circ}\text{C}$;

C_R is thermal capacitance. For resistors type C2-10:

$$C_R = 3 \cdot 10^{-3} \text{ J}/^{\circ}\text{C}$$

The temperature of the resistors at the end of the first pulse will rise by the following value:

$$t_{R1} = \frac{\frac{U^2}{R} \cdot T_1}{C_R} = \frac{20^2 \cdot 5 \cdot 10^{-3}}{50 \cdot 3 \cdot 10^{-3}} = 13.3^{\circ}\text{C}$$

Further on, the temperature starts decreasing exponentially in conformity with formula (5):

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

where R_t - thermal resistance. For resistors type C2-10:

$$R_t \approx 55$$

$$t_K = 13.3 \cdot e^{-\frac{0.1}{55 \cdot 3 \cdot 10^{-3}}} = 13.3 \cdot e^{-0.6} = 24.1^{\circ}\text{C}$$

At the beginning of the second pulse, a temperature rise at the resistors will be 24.1°C . A temperature increase caused by the second pulse will be as follows:

$$t_{R2} = \frac{25^2 \cdot 1 \cdot 10^{-3}}{50 \cdot 3 \cdot 10^3} = 4.1^{\circ}\text{C}$$

A temperature rise at the end of the second pulse is

$$t_R + t_{R2} = 24.1^{\circ}\text{C} + 4.1^{\circ}\text{C} = 28.2^{\circ}\text{C}$$

Before the third pulse starts, the temperature goes down, and the third pulse does not cause a temperature rise because of its small amplitude. It means that the maximum overheating of the resistors will be 28.2°C . Since this value is less than the permissible 30°C overheating, this signal will not cause a failure of the resistors. The largest amplitude in the pulse train under study is 30 V. A 30-V pulse cannot cause a deflection of the beam for more than 300 divisions of the graticule. Then, the position of the switch V/cm in which this pulse train can be studied will be:

$$\frac{30}{300} = 0.1 \text{ V/cm}$$

The 0.01, 0.02 and 0.05 positions of the switch V/cm cannot be used, as they cause the deflection of above 300 graticule divisions, or 3 V. The 0.2, 0.5 and 1 positions of the switch V/cm can be used for the purpose.

Example 2. The signal to be studied (Fig.18) has a constant level of about 1 V; a pulse amplitude is 60 V and a repetition frequency one pulse per minute.

It is required to determine the length of the pulse T_1 and the position of the switch V/cm which can be used.

The power which is dissipated under the effect of a constant level is:

$$P_1 = \frac{U^2}{R} = \frac{1^2}{50} = 0.02 \text{ W}$$

The power of the pulse is:

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

Then, from inequality (3) it follows:

$$72 \cdot T \leq 0.1 - 0.2 \cdot 0.02 = 0.096, \\ T \leq 0.13 \text{ ms.}$$

It means that if the length of the pulse is less than 0.13 ms, the divider will not be damaged.

The position of the switch V/cm which can be used is:

$$\frac{60}{300} = 0.2 \text{ V/cm.}$$

Apart from the 0.2 V/cm position, the 0.5 and 1 V/cm settings can be employed.

Example 3. There is an input pulse, 2 ms long, following at repetition frequency $F = 5 \text{ Hz}$ (Fig.19). It is required to determine the maximum pulse amplitude that can be applied to the input of the oscilloscope and the position of the switch V/cm that can be used.

From equation (1) it follows:

$$P \cdot 2 \cdot 10^{-3} \leq \frac{0.1}{1 + 0.2 \cdot 5} = 0.05$$

$$P \leq 25 \text{ W,}$$

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

Thus, if the pulse amplitude is less than 35 V, it can be studied without the danger of damaging the input divider. The positions of the switch V/cm that can be used are:

$$\left(\frac{35}{300} = 0.116 \text{ V/cm} \right) 0.2, 0.5 \text{ and } 1.$$

The range of the signals can be expanded using the external 1:10 and 1:50 dividers. The 1:10 divider permits investigation of signals up to 10 V, and the 1:50 divider up to 25 V.

9.2.4. The sweep mode selection procedure is as follows.

In free-running operation, the sweep can be triggered even in the absence of a trigger signal. The trigger frequency depends on the settings of the switch TIME/cm and the knob СТАБИЛЬНОСТЬ (STABILITY). The trigger signal at a frequency above 5 Hz will block the free-running sweep and synchronize the sweep.

In the triggered mode, the sweep is started only if a trigger signal is applied. If the trigger frequency does not exceed 5 Hz, it is necessary to use the triggered sweep only.

The turning-on of the switch ПАЗОБМН (SINGLE) provides triggering of a single sweep. The readiness of the sweep for being triggered is restored manually by pushing the button ГОТОВ (READY).

The single sweep mode is convenient for photographing signals, since it prevents triggering of the sweep by an accidental noise signal and exposure of the photo film.

If a trigger signal is applied, in the free-running sweep mode, the sweep is started similarly to the triggered sweep. However, if the trigger signal is absent, the sweep is terminated for a short time. This is caused by blocking the free-running sweep circuit by a trigger signal. The blocking time is about 0.8 s. The free-running sweep mode is recovered after blocking is terminated, i.e. approximately 0.8 s after the trigger signal is disconnected.

If the sweep trigger level is low in free-running operation and if the trigger signal is applied at a still lower repetition frequency, the trigger signal not necessarily blocks the free-running sweep circuit, i.e. a false triggering occurs. It can be avoided if the sweep is changed into the triggered mode, a respective trigger is applied and then the free-running mode is brought on again.

9.2.5. The sweep trigger source and type are selected in the following way.

As a rule, internal sweep triggering by a signal being studied is recommended. This ensures the minimum load of the circuit being studied and no special trigger signal is required. However, in this case control of the sweep trigger delivery moment is restricted by the capabilities of the knob УРОВЕНЬ (LEVEL). If it is necessary to control the instant at which the signal appears on the sweep within broad limits and if there is a respective trigger signal, this signal must be used to synchronize the sweep in the external triggering mode. If the frequency of the signal being studied is synchronous with the power supply frequency, it is recommended to trigger the sweep internally, from a power supply signal.

A selected trigger source can be connected directly to the sync amplifier ("1:1" position) or through an attenuator ("1:10"

position). In the position "1:1", the maximum trigger level control range is ± 100 mV; at the setting "1:10", it is ± 1 V. The maximum amplitude of a signal that can be applied to the external sweep trigger input is 3 V in the position "1:1" and 5 V in the position "1:10". The position "1:10" can be used to minimize the effect of trigger noise. The triggering threshold of the oscilloscope is about 5 mV (i.e. the trigger input signal must exceed 5 mV). If the trigger signal contains noise below 40 mV, the noise level at the "1:10" setting of the switch will be below 5 mV and it will not affect sweep triggering. An open or a closed input is selected by the switches " $\sim$ " and " $\approx$ ". An open input can be used to trigger the sweep in the 0 to 250 MHz range. A closed input blocks the D.C. component of the trigger signal and attenuates the frequencies below 5 kHz. A closed input can be employed for eliminating the effect of low-frequency noise on sweep triggering. It is recommended when sync frequencies are above 10 kHz.

9.2.6. The oscilloscope enables 10-times expansion of the display horizontally at any sweep rate. Switching-on of the expansion circuit is equivalent to the increase of the sweep length by 10 times, i.e. the effective sweep length becomes 100 cm as compared with 10 cm without expansion.

With expansion, it is possible:

- to view and measure any signal display portion increased 10 times horizontally. This is particularly important for detailed study of the signal located rather far from the beginning of the sweep, because in this case it is impossible to increase the signal display through varying the sweep rate on account of the fact that signal remains outside the sweep (appears too "late");
- to obtain the sweep rates of 2, 5 and 10 ns/cm.

9.2.7. The oscilloscope produces a square signal synchronized with the beginning of the sweep, at the jack Выход $\square$ ($\square$ OUTPUT)

External devices are triggered by this signal in synchronism with triggering of the oscilloscope sweep.

9.2.8. The CI-75 oscilloscope allows to measure:

- instantaneous voltages of the signal under test relative to oscilloscope case "earth";
- a voltage difference between any two points (parts) of the signal;
- a time interval between any two points (parts) of the signal;
- the length of a signal or its portion.

To determine an instantaneous signal voltage value relative to a zero potential (case "earth"), measure the vertical distance between the point (section) of a signal at which voltage is to be measured, and the zero position of the beam, i.e. the position of the sweep line on the c.r.t. screen if no input signal is applied. Multiply the measured distance by the deflection factor set by the switch V/cm. The product will be the measured voltage.

To find voltage between any points or portions of a signal, measure the vertical distance between these points (portions) on the signal display against the screen graticule and multiply this distance in cm by the deflection factor set by the switch V/cm.

For measuring a time interval between points or portions of a signal, measure the horizontal distance between these points or portions of the signal display against the screen graticule and multiply this distance in cm by the deflection factor selected by the switch $\text{BPEM} / \text{cm} (\text{TIME} / \text{cm})$ (or by one tenth of the set deflection factor if a 10-times expansion of the sweep is on).

The rise time of the signal should be measured on a signal display equal to 6 cm. In this case determine the rise time of the signal between the dot lines on the graticule corresponding to the 0.1 and 0.9 levels. The distance between the dots is 0.2 cm.

9.2.9. For measuring the characteristics of signals with the minimum errors, follow the recommendations below:

- make sure that connection of the oscilloscope affects as little as possible the operation of the device being tested;
- select a deflection factor and a sweep rate such that the measured part of the signal is as large as possible within the effective screen in the measurement direction, i.e. vertically when measuring voltages and horizontally when measuring time intervals;
- try to display the portion of the signal being measured in the middle part of the screen.

9.2.10. The signal voltage measuring error does not exceed 5%, (or 6% when the external 1:10 and 1:50 dividers are used) in case the signal being measured meets the following requirements:

- the length of the signal or its portion being measured must be at least 8 ns;
- the signal repetition frequency must not exceed 50 MHz;
- the vertical display size of the signal or its measured portion on the oscilloscope screen must be at least 2.4 cm.

9.2.11. The error of measuring time intervals and also the

error of measuring time intervals in the operating temperature range does not exceed $\pm(5 + \frac{0.4 \text{ ns}}{T_X} \cdot 100)\%$. The error of measuring time intervals in the operating conditions does not exceed $\pm(7 + \frac{0.4 \text{ ns}}{T_X} \cdot 100)\%$.

These accuracy values are provided if the display of the signal or its part under study has a horizontal size of at least 4 cm on the oscilloscope screen.

9.2.12. Photography of single signals.

Set a deflection factor and a sweep rate required for obtaining the display of a signal being studied. Start a triggered sweep by any trigger signal, for example, from the power supply mains. Push the button ПАЗОБМН (SINGLE) to switch on single sweep operation. Periodically pressing the button ГОТОВ (READY), adjust beam brightness sufficient for photography on photo film. Adjust optimum focus of the beam. Apply the signal to be studied to the oscilloscope input. Synchronize sweep triggering with the signal being studied. Set required illumination of the graticule.

Undo four of the eight nuts fastening the escutcheon and attach the camera hood from the oscilloscope set by means of these nuts. Use a "Zenit-E" photo camera with a "Gelios-44" lens. Mount an adapter ring from the oscilloscope set between the lens and the photo camera. Attach the camera to the camera hood. Focus the lens onto the signal display. Open a camera shutter, start the sweep and close the shutter.

When using the "Gelios-44" lens with a 1:2 aperture and photo film РД-3 with sensitivity of 1200 l/roentgen or KH-4 with sensitivity of 350 GOST, units the maximum writing speed is 850 km/s.

For photographing fast signals (up to 1500 km/s), use a lens with a relative aperture of 1:1.5 with a focal length not above 58 mm and a respective photo camera.

9.2.13. The oscilloscope produces, at the jack Выход (OUTPUT), a pulse intended for checking the characteristics of a pulse.

When working with a pulse, take into account distortions at the beginning of the pulse caused by variation of the tunnel diode current from the rated to the peak value. The pulse waveform is illustrated in Fig.20.

10. TROUBLE SHOOTING

10.1. General

Prior to starting trouble shooting in the oscilloscope, make sure that an input signal is applied correctly and that the connecting cables are serviceable.

See to it that the controls are correctly set and function properly. Incorrect setting of the controls may be the cause of misoperation of the oscilloscope, although there are no defects in the circuitry.

If any doubt arises as to proper operation of some control, check its operation in conformity with Section 9.

Check operation of the instruments and equipment used for checking the oscilloscope.

The oscilloscope has controls which can be used to determine the serviceability of the oscilloscope (see Table 4).

Table 4

Controls for checking oscilloscope serviceability	Function
Lamp CETB (MAINS)	Indicates whether the power supply voltages are switched on in the oscilloscope. If the lamp is off, it shows that the power supply is not delivered or that the 150-V source is faulty (if the lamp IOTOB (READY) is off).
Cathode-ray tube	Permits checking of oscilloscope serviceability. When the sweep generator generates the free-running sweep (the sweep generator switch PERUM (MODE) is set to ABT. (FREE-RUNNING) and the switch is set to ПООЧЕРЕДНО (ALTERNATE), the c.r.t. screen must display two sweep traces which are shiftable vertically and horizontally by the knobs " ↑ ↓ " and " ← → ". Makes it possible to bring the beam to within the c.r.t. screen if the operation of the vertical or horizontal channel is faulty and thus determine which of the channels (Y or X) is defective.
Button ПОИСК ЛУЧА (BEAM ADJUSTMENT)	

Table 4, end

Controls for checking oscilloscope serviceability	Function
Lamp IOTOB (READY)	Indicates operation of the sweep generator. If sweep length varies, the luminance of the lamp and the frequency of its lighting-up must also change.

The oscilloscope has a built-in pulse generator and a calibrator. The functions performed by each of them are as follows:

- the generator produces a pulse with a rise time below 0.5 ns and an overshoot less than 5% intended for checking the characteristics of the oscilloscope pulse;
- the calibrator produces 0.5 V $\pm$ 1.5% calibration voltage of the "meander" type with a period of 10 micros $\pm$ 0.2%. It is employed to check calibration of the vertical channel deflection factor and calibration of the sweep rates.

With the calibrator and generator signals on the c.r.t. screen, it is possible to check specified oscilloscope functions, operation modes and the action of all the controls:

- sweep operation on all the ranges and in all the modes;
- calibration of the sweep rates;
- functioning of the $\times 10$ expansion circuit;
- all kinds of sweep synchronization;
- functioning of the switch in all the modes;
- the vertical deflection factor;
- characteristics of a transient response pulse, etc.

The checking procedure is as follows. Apply calibration voltage from the jack Выход (OUTPUT) of the calibrator to the oscilloscope input A at the setting "0.1" of the switch V/cm. Set the controls of the oscilloscope to the following positions:

- V/cm - "0.1";
- РЕЖИМ (MODE) of the amplifier - A;
- СИНХР. (SYNCHRONIZATION) - A;
- ВРЕМЯ/cm (TIME/cm) - "10 μ s";
- РАСТЯЖКА (EXPANSION) - ОТКЛ. (OFF);
- ЗАПУСК (TRIGGERING) - ВНУТР. (INTERNAL), " $\sim$ ", "1:1";
- РЕЖИМ (MODE) of the sweep generator - СБТ. (FREE-RUNNING)

Then, calibrate the sweep rates and the deflection factors in both channels and check functioning of the controls V/cm as specified in Item 9.1.13.

Simultaneously with checking the calibration of the sweep rates and the deflection factors, check internal synchronization in the triggered mode from the channel A.

To check internal synchronization in the channel B, turn the switch СИХР. (SYNCHRONIZATION) to the position "А и Б" (A and B).

For checking external synchronization, proceed as follows. Using a CP-50-95 tee from the oscilloscope set, apply a calibrator signal simultaneously to the input A and the synchronization input. Turn the oscilloscope controls to the following positions:

- РЕЖИМ (MODE) of the amplifier - А;
- V/cm - "0.1";
- ЗАПУСК (TRIGGERING) - ВНЕШ. (EXTERNAL), "∞", "1:1"
- РЕЖИМ (MODE) of the sweep generator - ЖЛУН. (TRIGGERED).

Obtain a stable display of a single on the c.r.t. screen by the knob УРОВЕНЬ (LEVEL).

Then switch off the calibrator (set the calibrator switch ВКЛ./ОТКЛ. (ON/OFF) to ОТКЛ. (OFF) and turn on the generator. Apply a generator pulse from the jack ВЫХОД  ( OUTPUT) of the generator to the oscilloscope input A at the setting "0.05" of the switch V/cm. Turn the switches ЗАПУСК (TRIGGERING) to ВНУТР. (INTERNAL), "∞", "1:1", СИХР. (SYNCHRONIZATION) to "А и Б" (A and B), ВРЕМЯ/cm (TIME/cm) to "20 ns", РАСТЯЖКА (EXPANSION) to "x10" and РЕЖИМ (MODE) to ЖЛУН. (TRIGGERED), "+". Use the knob УРОВЕНЬ (LEVEL) to obtain a stable display of the signal on the c.r.t. screen. Check the rise time and overshoot on the pulse in the channel A.

For checking a pulse in the channel B, apply a generator pulse to the oscilloscope input B, and turn the switch РЕЖИМ (MODE) of the amplifier to the position B, and the switch СИХР. (SYNCHRONIZATION) to the position "А и Б" (A and B).

If the above checks fail to detect the causes of troubles, try to locate a faulty part. Check visually parts of the oscilloscope which might be faulty. Many troubles can be located by visual examination, for example poor contact in the conductors, damaged wires, faulty parts, etc.

10.2. Trouble Chart

10.2.1. A list of possible troubles, their symptoms and remedies are given in Table 5.

Table 5

Trouble, symptom and additional data	Probable cause	Remedy
1. Power supply fails to be switched on (pilot lamp CETB (MAINS) does not come up)	Supply lead is not connected to oscilloscope Break in supply lead Blown-out mains fuse Faulty ON/OFF toggle switch	Connect supply lead Eliminate break Replace mains fuse Replace toggle switch
2. Fuse HpI (2A or 3A depending on mains voltage) blows out when oscilloscope is switched on	One of rectifiers or stabilizer damaged	Detect faulty element and replace it
3. One of fuses on stabilizer printed-circuit board blows out when oscilloscope is switched on	Damage in electronic stabilizer corresponding to blow-out fuse	Locate and replace faulty element
4. No trace appears on c.r.t. screen	Asymmetry in vertical amplifier No high voltage is delivered to c.r.tube C.r.tube faulty Faulty sweep generator	Check characteristics against tables of voltages and replace faulty element Check contacts in c.r.tube base and in high-voltage power unit Replace c.r.tube Check characteristics against tables of voltages and replace faulty element

Table 5, continued

Trouble, symptom and additional data	Probable cause	Remedy
5. No display appears on c.r.t. screen when signal is applied to amplifier input	Faulty facilities which apply signal to amplifier input	Find and eliminate fault
	Damage in input divider	Find and eliminate fault
	Damage in switch	Check characteristics against tables of voltages and replace faulty element
	Fault in amplifier	Check characteristics against tables of voltages and replace faulty element
6. Inoperative switch (when switch PEKMM (MODE) in amplifier is changed over, one of traces does not appear on c.r.t. screen)	No contact in connector III5.	Check and repair switch
	Faulty switch Y3-B1	Check and repair switch
	Faulty switch	Check characteristics against tables of voltages and replace faulty element
7. Deflection factor cannot be calibrated	Fault in calibrator	Find and replace faulty element
	Damage in input divider	Find and eliminate fault
	Damaged high-voltage power unit	Check and repair fault
8. Inoperative sweep generator	Switch Y9-B1 is damaged	Check and repair switch
	One of circuit transistors is damaged	Check characteristics against tables of voltages and replace faulty element

Table 5, end

Trouble, symptom and additional data	Probable cause	Remedy
9. No calibration signal is delivered	Faulty switch VI2-B1 One of transistors of microcircuit VI2-MC1 is faulty	Check and repair switch Replace transistor
10. Inoperative pulse generator	Poor contact in diode DI8 One of circuit transistors is faulty	Check and repair contact Check characteristics against tables of voltages and replace faulty element

If a trouble is detected which is not listed in the above trouble chart, use the present Description, circuit diagram, the tables of circuit element voltages given below, and the waveforms of signals at different circuit points for trouble shooting.

10.2.2. Special marks (see Section 5) are provided for facilitating repair work in the oscilloscope.

After a fault has been located, replace a faulty element by a serviceable part. Then check voltages against the tables of voltages.

10.2.3. To facilitate trouble shooting and replacement of a faulty microcircuit or transistor, Table 6 gives the layout of the leads of the transistors and microcircuits used in the instrument.

10.2.4. After each repair, check supply voltages at check jacks located in the left part of the oscilloscope by a D567 voltmeter.

The result of the check is considered satisfactory if the magnitudes of 150-, 35-, 15-, -12.6-, -100-V voltages do not exceed 1%.

If the voltages differ from the required values, make the adjustment by the following resistors:

150 V	- VI4-R6,
35 V	- VI4-R15,
15 V	- VI4-R26,
-12.6 V	- VI4-R36,
-100 V	- VI4-R45

Check voltage U_c at contact 2 of the c.r.t. base by means of a C96 kilovoltmeter. The result is considered satisfactory if voltage $U_c = -2500 \text{ V} \pm 1\%$.

If the voltage is other than the above, make the adjustment by resistor VI7-V3-R6 located in the high-voltage power unit.

The ripple must not exceed 15 mV for the 150-V voltage, 3.5 mV for 35 V; 1.5 mV for 15 V, 1.3 mV for -12.6 V, and 10 mV for -100 V.

10.2.5. If the replaced part affects the parameters of the oscilloscope, adjust them by the available controls.

The adjustment elements located on the switch printed-circuit board are:

- Y4-R1 - for setting a zero potential at the internal sync amplifier output;
- Y4-R2 - for equalizing voltage applied to the base of transistor Y4-T4 when the oscilloscope operates in the internal synchronization mode from the channel A or both channels;
- Y4-R27 - for D.C. balancing of the channel A;
- Y4-R41 - for D.C. balancing of the channel B;
- Y4-C10 - for adjusting the overshoot and rise time of a pulse in the channel A;
- Y4-C11 - for adjusting the overshoot and rise time of a pulse in the channel B

The adjustment elements mounted on the vertical amplifier board are as follows:

- Y5-R5 and Y5-R35 - for adjusting the tilt of a pulse top in a long pulse range;
- Y5-R17 - for equalizing voltages at the bases of transistors Y5-T5 and Y5-T6;
- Y5-R49 - for equalizing voltages at the bases of transistors Y5-T14 and Y5-T15;
- Y5-R65 - for equalizing voltages at the bases of transistors Y5-T18 and Y5-T19
- Y5-C11 and Y5-C2 - for adjusting a pulse top tilt in the long pulse range

Table 6

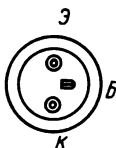
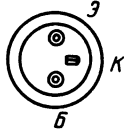
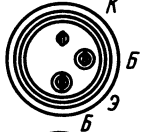
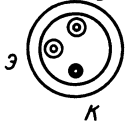
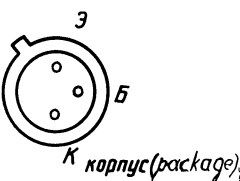
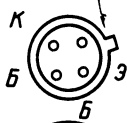
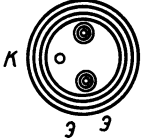
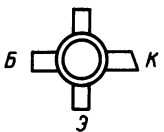
Transistor or microcircuit	Lead layout	Remarks
Transistors МП21, МП26		
Transistor П308		
Transistors П306 П702 2Т808		
Transistor 2Т312		
Transistors 2Т203 2Т316 2Т326 2Т325 2Т363		
Transistor 2Т355		
Transistor 2Т602Б		
Transistor 2Т610А		

Table 6, continued

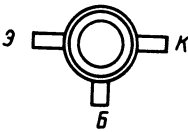
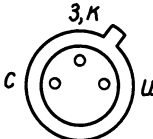
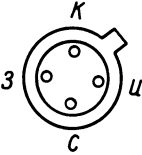
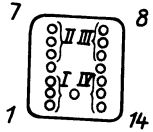
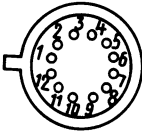
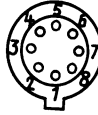
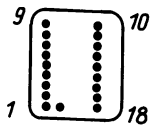
Transistor or microcircuit	Lead layout	Remarks
Transistor 2T371A		
Transistor 2T914		
Field transistor 2Н103		
Field transistor 2Н303		
Microcircuit 2TC613E		Transistor K B 3 I 2 I 3 II 6 5 7 III 9 8 10 IV 13 12 11
Microcircuit IVT401A		
Microcircuit 1HT591		Transistor K B 3 I 8 7 6 II 2 3 4
Microcircuit 2ПФ181		

Table 6, end

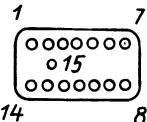
Transistor or microcircuit	Lead layout	Remarks
Microcircuit 2TK231		

Table 6 uses the following abbreviations:

for transistors: B - base; K - collector; Э - emitter;

for field transistors: И - source, C - drain; З - gate;

K - package;

Y5-C5, Y5-C4, Y5-C13, Y5-C12, Y5-C17, Y5-C19, Y5-C33, Y5-C34 - for adjusting the tilt of a pulse top in the short pulse range and for eliminating excitation of the amplifier.

The adjustment elements mounted on the illumination pulse amplifier board are as follows:

Y6-C6 - for adjusting the overshoot value.

The adjustment elements located on the c.r.t. control board are the following:

Y8-R1 - for focusing the trace line;

Y8-R2 - for uniform trace illumination;

Y8-R3 - for centering the beam along the X-axis;

Y8-R8 - for centering the beam along the Y-axis;

Y8-R4 - for eliminating geometric distortions.

The adjustment elements mounted on the amplifier load board are as follows:

Y7-R2, Y7-R8 - for matching the load of the output amplifier stage with the wave impedance of the c.r.tube;

Y7-R4, Y7-R6 - for adjusting the magnitudes of correction inductance coils Y7-L1 and Y7-L2.

The adjustment elements mounted on the sweep generator board are the following:

Y9-R13 - for D.C. balancing of the sync amplifier;

Y9-R32 - for equalizing potentials across the collectors of transistors Y9-T5 and Y9-T6;

Y9-R58 - for continuous control of the sync amplifier;

Y9-R56 - for coarse control of the sync amplifier;

Y9-R202 - for sweep length control in the range from 100 to 1 ms/cm;

- Y9-R201 - for sweep length control in the range from 0.5 ms/cm to 10 micros/cm;
- Y9-R200 - for sweep length control in the range from 5 micros/cm to 20 ns/cm;
- Y9-C45 - for sweep length control in the 50 and 20 ns/cm ranges;
- Y9-C60 - for compensation of the divider which transmits sawtooth voltage.

The adjustment element on the calibrator board is:

- YI2-R11 - for setting a calibration voltage amplitude.

The adjustment elements mounted on the X amplifier board are:

- VII-R22 - for horizontal centering of the beam;
- VII-R38 - for equalizing potentials at the bases of transistors VII-T7 and VII-T8;
- VII-C35} - for sweep length control in the 20 and
- VII-C36} 50 ns/cm ranges;
- VII-C22 - for sweep length control in the 2 ns/cm range;
- VII-C25, VII-C27, VII-R87, VII-C31, VII-C34, VII-C42 - for sweep non-linearity control in the 2 and 5 ns/cm ranges.

The adjustment elements on the stabilizer printed-circuit board are as follows:

- YI4-R6 - for setting 150-V voltage;
- YI4-R15 - for setting 35-V voltage;
- YI4-R26 - for setting 15-V voltage;
- YI4-R36 - for setting -12.6-V voltage;
- YI4-R45 - for setting -100-V voltage;

The adjustment elements mounted on the pulse generator board are as follows:

- YI6-R9 - for selecting the operating point of transistor YI6-T3;
- YI6-R13 - for selecting the operating point of tunnel diode DI8;
- YI6-R28 - for varying a delay between the main pulse of the generator and the sync pulse.

The adjustment elements located in the high-voltage power unit are the following:

- YI7-Y2-R5 - for converter characteristics control;
- YI7-Y3-R6 - for setting the output voltage.

10.2.6. If the moisture-protection coating of the printed-circuit boards is damaged in the course of oscilloscope operation

and repair, clean damaged surfaces with a calico pad soaked in alcohol-benzene mixture, dry them up during 30 or 40 minutes at temperatures from 18 to 35°C, then apply two layers of moisture-resistant varnish and dry up during 5-6 hours at temperatures from 18 to 35°C.

After repairing the oscilloscope, check the characteristics to make sure they correspond to the values specified in section 12.

10.3. Dismantling and Assembly of Oscilloscope and Replacement of Components

10.3.1. For making repair, remove the casing of the oscilloscope and open the heat sink. The casing can be removed after undoing special screws on the righthand and lefthand walls. In order to open the heat sink, disconnect the supply lead from the oscilloscope and then slacken two screws which fasten the heat sink.

10.3.2. For replacement the c.r.tube, do the following:

- unscrew the nuts fastening c.r.t. escutcheon 20 (Fig.14) and remove it;

- remove gauze filter 21 (Fig.14);

- remove the c.r.t. graticule illumination light conduit;

- disconnect c.r.t. anode lead 13 (Fig.13) from the high-voltage power unit connector, turn off the lead case and remove it; unsolder the contact; release the lead from the fastening lugs;

- undo two screws fastening load printed-circuit board Y7, and remove three contacts located on the load board from the c.r.t. leads;

- remove the remaining four c.r.t. leads;

- remove three c.r.t. leads from the vertical deflection plates going from vertical amplifier board Y5;

- remove the tube socket;

- undo the screw of the bracket which fastens the c.r.tube in the electromagnetic screen;

- slightly pressing the base, push the cathode-ray tube through the opening on the oscilloscope face panel so that its leads do not brush against the screen.

Insert a new cathode-ray tube. To do this; proceed as follows:

- pass the high-voltage leads wire through the opening of the insulation bushing inside the screen;

- insert the c.r.tube through the opening in the face panel

so that its leads do not brush against the screen; at the same time slightly tighten the wire of the high-voltage lead;

- mount the c.r.tube so that its screen is at the same level with the oscilloscope face panel;
- assemble the instrument in the reverse order.

After replacing the c.r.tube, adjust its characteristics to conform to the certified values. To set voltage across the

c.r.t.contacts, use the following adjustment elements: V8-R1 (at contact II), V8-R2 (at contact 9), V8-R3 (at contact 10), V8-R4 (at contact 8), V8-R8 (at contact 6) and R34 (at connector III25).

Then, in conformity with Section 12 of the present Description (Item 12.5.4.), check the coincidence of the trace line with the graticule lines and, if necessary, adjust them by resistors R18 and R19.

Check calibration of the sweep rates and deflection factors in both channels as specified in Section 9 (Item 9.1.12). If necessary, adjust the sweep with the help of the control KOPP. (CORRECTION), and adjust the amplifier by the control KOPPEK-ТИПОВКА УСИЛЕНИЯ (GAIN ADJUSTMENT).

Turn on the generator. Apply a pulse from the generator jack Выход  ( OUTPUT) to the oscilloscope input A, with the switch V/cm set to "0,05".

Set the oscilloscope controls to the following positions:

- | | |
|-------------------------------------|---|
| ЗАПУСК (TRIGGERING) | - ВНУТР. (INTERNAL), "  ",
"1:1"; |
| СИНХР. (SYNCHRONIZATION) | - А и Б (A and B); |
| ВРЕМЯ/cm (TIME/cm) | - "20 ns"; |
| РАСТЯЖКА (EXPANSION) | - "x10"; |
| РЕЖИМ (MODE) of the sweep generator | -  (TRIGGERED), "+"; |
| РЕЖИМ (MODE) of the amplifier | - A |

Obtain a stable display of the signal on the c.r.t.screen. Check the rise time, overshoot and tilt of the steady-state signal as instructed in Items 12.5.9-12.5.11. If necessary, adjust these characteristics by resistors Y7-R2, Y7-R4, Y7-R6 and Y7-R8.

10.3.3. To take out high-voltage power unit VI7 14 (Fig.13), do the following:

- remove the connector used to deliver power supply voltages to the unit;
- disconnect the c.r.t. anode lead, and c.r.t. cathode and modulator supply leads 11,12 from the unit connectors (Fig.13);

- slacken three screws fastening the unit and take it out. Then remove the unit cover which is attached by two screws and replace any damaged part.

10.3.4. For replacing power transformer 1 (Fig.12), proceed as follows:

- unsolder the circuit wires from the transformer leads;
- undo five screws fastening the strip which mounts the transformer;
- remove the strip together with the transformer;
- slacken four screws which attach the transformer to the strip;
- take out the transformer and make assembly in the reverse order.

10.3.5. To remove the printed-circuit board of vertical amplifier V5, do the following:

- undo six screws fastening the screen and take it out;
- remove three contacts from the c.r.t. leads;
- remove four single-contact connectors;
- unsolder the delay line leads;
- undo five screws that attach the printed-circuit board and remove the board.

Take out the transistors of the amplifier output stage, for which purpose:

- unsolder the bracket;
- slacken two screws fastening the heat sink;
- unscrew four nuts which attach the bracket and transistors;
- remove the bracket and the heat sink from the pair of transistors containing a damaged transistor;
- unsolder and take out the transistor;
- mount a new transistor, place a heat sink onto the transistor and fasten it;
- place back the bracket and screw in the four nuts which fasten the bracket and the transistors;
- make appropriate connections in the transistor and in the bracket.

10.3.6. For replacing channel switch printed-circuit board Y4 16 (Fig.13), do the following:

- undo four screws fastening screen 15 (Fig.13) and remove the screen;
- remove the connector;
- remove the button CMHXP. (SYNCHRONIZATION) on the face panel of instrument 23 (Fig.14);

- unscrew the shaft of the button CMHXP. (SYNCHRONIZATION);
- undo four screws fastening the printed-circuit board;
- undo all the pairs of screws fastening each of the four board cables, and unsolder the cables;
- slacken two screws fastening the delay line and unsolder it;
- remove the switch printed-circuit board.

10.3.7. For dismantling the attenuators, proceed as follows:

- remove the channel switch board as instructed in Item 10.3.6;
- remove the knobs and undo nuts fastening the attenuators to the face panel;
- slacken the screw which attaches the support to the oscilloscope side tie piece;
- from the side of the face panel, unscrew nuts which attach the connectors of the inputs A and B;
- take the attenuators out together with the cables;
- undo three screws that fasten the attenuator screen and remove the attenuator.

10.3.8. To dismantle sweep rate switch Y10, proceed as follows:

- turn the knob of the switch BPENA/cm (TIME/cm) fully clockwise;
- undo two screws that fasten bushing 9 (Fig.12) on the switch shaft which is located near the oscilloscope front wall, and move the sleeve close to the cam;
- remove the printed-circuit board holder;
- take the switch board out of the connector;
- take the printed-circuit board off the shaft.

10.3.9. For dismantling sweep generator printed-circuit board Y19 17 (Fig.13), proceed as follows:

- remove the switch board as instructed in Item 10.3.8;
- remove connector 18 (Fig.13) and the six single-contact connectors;
- unscrew nuts on the face panel side which fasten the connectors BXOII (INPUT) and BXXOII □ (□-OUTPUT) and remove them to the inside of the oscilloscope;
- undo six screws fastening the board and remove it by carefully pushing the board back;
- undo two screws fastening each of the four cables and solder them off.

10.3.10. For dismantling pulse generator printed-circuit board Y16, do the following:

- remove two single-contact connectors;
 - unsolder the lead off the jack ВЫХОД СИНХР. (SYNC OUTPUT);
 - unsolder the resistor going from the shaper (connector ВЫХОД  -  OUTPUT);
 - slacken four screws fastening the printed-circuit board and remove the board.
- 10.3.11. To dismantle shaper 6 (Fig.12), do the following:
- undo the screw on the shaper case;
 - unsolder two resistors connected to the shaper;
 - unscrew the nut fastening the shaper and remove the shaper;
 - undo the nut from the side of the soldering lead and push it from the jack side;
 - take shaper parts out of the case.
- 10.3.12. For dismantling X amplifier printed-circuit board VII, proceed as follows:
- slacken two screws fastening clutch 5 (Fig.12) to the shaft of the potentiometer brought out at the face panel (КОРРЕК. - CORRECTION) and take the shaft out;
 - remove button РАСТЯЖКА (EXPANSION) 22 (Fig.14) and unscrew its shaft;
 - remove two contacts from the c.r.t. plates;
 - take out the connector located on the back of the board;
 - undo six screws fastening the board;
 - remove the connector located near the oscilloscope face panel and dismantle the board.

11. MAINTENANCE

11.1. Perform maintenance operations on the oscilloscope with a view to ensuring normal functioning and serviceability of the instrument during its entire operation period. The maintenance operations include:

- a) visual examination of the oscilloscope to check:
 - attachment and functioning of the controls, smoothness of their action and precision of locking in position;
 - the condition of painted, varnished and plated coatings;
 - intactness of the cables and completeness of the oscilloscope set;
 - general serviceability of the oscilloscope;
- b) inspection of the oscilloscope internal components in order to check attachment of the assemblies, locking, condition of wiring and soldered junctions, reliability of contacts, the condition of painted varnished and plated coatings, making sure

that there are no shearings or cracks on plastic parts. Removal of dirt, mud and corrosion. Lubrication of corroded surfaces;

c) checking to make sure that the oscilloscope characteristics conform to the certified values list in Table 8.

Perform the preventive maintenance operations at least once a year.

NOTE. It is not allowed to reduce the scope of preventive maintenance operations or increase time intervals between them.

12. CHECKING

The present Section has been written in conformity with the specifications of the oscilloscope and specifies the techniques and facilities for checking the Cl-75 oscilloscope.

The oscilloscope should be checked once a year and also after repair work.

12.1. Checking Operations and Facilities.

The checking operations and facilities are listed in Table 7.

Table 7

Checking procedure item	Checking operations	Characteristics to be checked	Permissible errors or limit values of characteristics	Checking facilities	
				reference	auxiliary
12.3.1.	Visual examination	-	-	-	-
12.3.2.	Checking	-	-	-	-
12.3.3.	Determination of metrological parameters	-	-	-	-
12.3.3a.	Measurement of pulse rise time	-	1.5 ns	I6-17	-
12.3.3b.	Determination of pulse overshoot and setting time	-	not over 10%	I6-17	-
12.3.3c.	Measurement of steady-state pulse top tilt	-	$\tau_g = 7.5$ ns 3%	I5-53 I6-17	-
12.3.3d.	Measurement of deflection factor	Deflection calibration error: in working conditions; with external dividers	3%	I5-53 B7-16	-
12.3.3e.	Measurement of sweep rate error	-	5% 6%	-	-
			-	I4-107 U3-36 I3-102 I4-102	-

Table 7, end

Checking procedure item	Checking operations	Characteristics to be checked	Permissible errors or limit values of characteristics	Checking facilities	
				reference	auxiliary
12.3.3f.	Determination of sweep triggering modes	triggered; free-running; single	-	-	-
12.3.3g.	Measurement of parameters of amplitude and time calibrator	Calibration voltage; period; amplitude setting error	"meander" with $b=0.5 \text{ V} \pm 1.5\%$ $10 \mu\text{s} \pm 0.2\%$	B7-16 43-36	
12.3.3h.	Determination of channel switch operation modes	-	1.5% -	-	-
12.3.3i.	Measurement of pulse generator parameters	Pulse amplitude Rise time Overshoot	from 0.18 to 0.3 V 0.5 ns 5%	C7-11	-

NOTES: 1. Other reference and auxiliary checking instruments similar to those listed in the table may be used if they guarantee measurement of respective characteristics with a required accuracy.

2. The checking facilities must be serviceable, tested and carry a document about passing the state or department tests (i.e. respective entries must be made in their Service Logs or Certificates).

3. After repair of the oscilloscope, check the parameter concerned and all related characteristics.

The basic specifications of the reference and auxiliary checking facilities required to check the oscilloscope are listed in Table 8.

Table 8

Checking facility	Basic specifications		Recommended checking facility (type)	Remarks
	measurement range	error		
R.f.signal generator	12.5 ... 400 MHz 1 V	1%	Г4-107A	-
Low-frequency signal generator	20 Hz ... 0.2 MHz	4%	Г3-102	-
R.f.signal generator	0.15 ... 50 MHz	1%	Г4-102	-
Pulse generator	10 V; $R_L = 50 \text{ Ohm}$	0.01U+ +0.001U _{max}	Г5-53	-
	tilt	1%	-	-
Special waveform signal generator	$\tau_f \leq 0.15 \text{ ns}$ 2 V	-	Г6-17	-
Digital voltmeter	0.1 ... 1000 V	$0.1 + 0.01 \frac{U_k}{U_x}$	-	-
	0.1 kOhm-10 Mohm	$0.2 + 0.02 \frac{R_k}{R_x}$	B7-16	-
Electronic frequency meter	10 Hz ... 50 MHz	-	Ч3-36	-
Oscilloscope	$\tau_r = 0.07 \text{ ns}$	-	С7-11	-

12.2. Checking Conditions and Preparatory Operations

12.2.1. The following conditions must be satisfied when carrying out the checking operations:

- ambient temperature $293 \pm 5^\circ \text{K}$ ($20 \pm 5^\circ \text{C}$);
- relative air humidity $65 \pm 15\%$;
- atmospheric pressure $100 \pm 4 \text{ kN/m}^2$ ($750 \pm 30 \text{ mm Hg}$);
- power supply source $50 \pm 1 \text{ Hz}$ $220 \text{ V} \pm 2\%$.

NOTE. It is allowed to check the oscilloscope in the actual conditions of a department or laboratory which are other than normal but do not go beyond the range of the

oscilloscope working conditions and the checking facilities used.

12.2.2. Prior to checking operations, perform preparatory procedures specified in the Section "Preparation". Before the preparatory procedure, do the following:

- a) take the oscilloscope, the supply lead and the connecting cables out of the stowage box, and remove polythene caps from the plugs and connectors of the supply lead and the cables (when dep-reserving the instrument);
- b) examine visually the oscilloscope, tools, spares and auxiliaries;
- c) make sure that the mains fuse is intact and corresponds to the rated voltage;
- d) make sure that the ON/OFF switches correspond to the actual mains voltage and frequency.

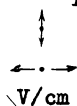
The nameplate on the rear wall of the oscilloscope indicates the power supply voltage and frequency for which the instrument is connected. One side of the nameplate carries the labels 220 V, 50, 400 Hz, and the other - 220, 115 V, 400 Hz.

The nameplate is fastened by a screw which can be slackened and removed when the mains switches are to be changed over;

- e) earth the oscilloscope case by means of the protective earth terminal on the rear wall;
- f) set the switch CETB (ON/OFF) to OFF (the button must be pulled up).

Connect the supply lead to the oscilloscope.

Turn the oscilloscope knobs as follows:



- to the intermediate position;
- to the intermediate position;
- to "1";

ВКЛ./ОТКЛ. (ON/OFF) in the calibrator

- to ОТКЛ. (OFF) (the switch is not pressed);

РЕЖИМ (MODE) in the amplifier

- ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНО (ALTERNATE);

ФОКУС, АКТИВ. (FOCUS, ASTIGMATISM)

- to the intermediate positions;

РАСТЯЖКА (EXPANSION)

- to ОТКЛ. (OFF);

ВРЕМЯ/cm (TIME/cm)

- to "10 μs";

ВКЛ./ОТКЛ. (ON/OFF) in the generator

- to ОТКЛ. (OFF);

РЕЖИМ (MODE) in the sweep

generator - to ABT. (FREE-RUNNING);

ЯРКОСТЬ (BRIGHTNESS) - fully counter-clockwise.

IMPORTANT. To avoid premature failure of the cathode-ray tube, it is recommended, prior to connecting the oscilloscope to mains, to turn the knob ЯРКОСТЬ (BRIGHTNESS) to a position corresponding to the minimum beam brightness, i.e. fully counter-clockwise.

If the deflection factors and the sweep rates are not to be calibrated, set the switch ВКЛ./ОТКЛ. (ON/OFF) in the calibrator to ОТКЛ. (OFF).

If the generator pulse is not used, turn the switch ВКЛ./ОТКЛ. (ON/OFF) in the generator to ОТКЛ. (OFF).

12.3. Checking Procedure

12.3.1. Visual Examination

When examining the oscilloscope visually, make sure all the requirements specified in the Section "General Operating Instructions" are met. Be sure to pay attention to the following:

- a) the absence of mechanical damage that may affect the general serviceability of the instrument or its measurement accuracy;
- b) the availability and attachment of the controls and switches, reliability of their locking in position, smoothness of rotation of the control and adjustment knobs;
- c) cleanliness of the jack, connectors and terminals;
- d) condition of the paint and varnish coatings and legibility of marking labels;
- e) condition of the connecting wires and cables;
- f) reliability of attachment of the parts and assemblies on the oscilloscope chassis;
- g) condition of the connecting wires and cables;
- h) attachment of the parts and assemblies on the oscilloscope chassis, locking of the nuts, reliability of soldered junctions and contact connections.

If defective, the oscilloscope should be sent for repairs.

12.3.2. Checking

The oscilloscope is checked using the procedure of Items 9.1.1-9.1.12.

Faulty oscilloscopes should be rejected and sent for repair.

12.3.3. Determination of Metrological Parameters

12.3.3a. The rise time of the oscilloscope pulse (Fig.21) is

checked by applying a pulse from the Г6-17 generator through attenuators to the oscilloscope input A. The pulse repetition frequency is 100 kHz. For measurement, proceed as follows.

Turn the oscilloscope control knobs to the following positions.

РЕЖИМ (MODE) of the amplifier	- А;
СИНХР. (SYNCHRONIZATION)	- А и Б
ВРЕМЯ/cm (TIME/cm)	- "20 ns";
ЗАПУСК (TRIGGERING)	- ВНУТР. (INTERNAL), "≈";
РАСТЯЖКА (EXPANSION)	- "x10";
РЕЖИМ (MODE) of the sweep generator	- ЖДУЩ. (TRIGGERED).

Adjust a pulse amplitude on the c.r.t. screen to 40-60 mm with the aid of attenuators which are part of the Г6-17 generator.

Measure the rise time at the settings "0,01", "0,02", "0,05", "0,1", "0,2" and "0,5" of the switch V/cm, and also with the 1:10 and 1:50 external dividers at the setting "0,01" of the switch V/cm.

Then set the switch РЕЖИМ (MODE) of the amplifier to the position Б and measure the rise time of a positive and a negative pulses at the settings "0,01", "0,02", "0,05", "0,1", "0,2" and "0,5" of the switch V/cm of the channel Б.

The measurement results are considered satisfactory if the rise time of the pulse in both channel does not exceed 1.5 ns at all the settings of the switch V/cm and with the 1:10 and 1:50 dividers.

If the rise time exceeds the permissible value, adjust it by capacitors Y4-C10 for the channel А and Y4-C11 for the channel Б. If the rise time in both channels is other than permissible, make adjustment by capacitor Y5-C18. However, make sure that the overshoot is not above the permissible value.

NOTE. When measuring the rise time of a pulse, take into account the error of the sweep rate in a measured portion in conformity with the procedure of Item 12.3.3e.

12.3.3b. An overshoot on the pulse top is determined by applying a pulse from the Г6-17 generator to the oscilloscope input А. The pulse repetition frequency is 100 kHz.

For measurement, proceed as instructed below.

Set the control knobs as follows:

РЕЖИМ (MODE) in the amplifier	- to А;
СИНХР. (SYNCHRONIZATION)	- to А и Б (А and Б);
ВРЕМЯ/cm (TIME/cm)	- to "20 ns";
РАСТЯЖКА (EXPANSION)	- to "x10";

РЕЖИМ (MODE) in the sweep

generator

- to ЖИВН. (TRIGGERED);

ЗАПУСК (TRIGGERING)

- to ВНУТР. (INTERNAL), " ~ ",
"1:1".

Set the pulse amplitude on the c.r.t. screen equal to 40-50 mm with the aid of attenuators which are part of the Г6-17 generator set. Determine the overshoot (δ_U) in per cent at the settings "0,01", "0,02", "0,05" and "0,2" of the switch V/cm using formula (6):

$$\delta_U = \frac{h_{ov}}{h_U} \cdot 100\% \quad (6)$$

where: h_{ov} is an overshoot amplitude, mm:

h_U is a steady-state pulse amplitude, mm.

After that, set the switch РЕЖИМ (MODE) to the position Б. Determine an overshoot using a similar procedure at the settings "0,01", "0,02", "0,05" and "0,2" of the switch V/cm of the channel Б.

Check an overshoot using a positive and a negative pulses.

The measurement results are considered satisfactory if an overshoot on the transient pulse in both channels does not exceed 10% at all the settings of the switches V/cm.

If an overshoot in both channels exceeds the permissible value, make the adjustment by capacitor Y5-C18; use capacitor Y4-C10 for adjustment in the channel А, and capacitor Y4-C11 in the channel Б.

12.3.3c. The tilt of the steady-state pulse top (Fig.21) is checked by applying a pulse from the Г6-17 generator to the oscilloscope input А. The pulse repetition frequency is 100 kHz.

To measure a tilt, proceed as follows.

Turn the control knobs to the following positions:

V/cm	- "0,01";
СИНХР. (SYNCHRONIZATION)	- А и Б (A and B);
РЕЖИМ (MODE) of the amplifier	- А;
ВРЕМЯ/cm (TIME/cm)	- "50 ns";
РАСТЯЖКА (EXPANSION)	- "x10";
ЗАПУСК (TRIGGERING)	- ВНУТР. (INTERNAL), " ~ ";
РЕЖИМ (MODE) of the sweep generator	- ЖИВН. (TRIGGERED)

Set a pulse amplitude on the c.r.t. screen equal to 50-60 mm. Measure the amplitude of a tilt on the pulse display (minus the settling time of 7.5 ns) on a 20-ns portion of the graticule.

A pulse top tilt (γ) is calculated from formula (7):

$$\gamma = \frac{h_t}{h_U} \cdot 100\% \quad (7)$$

where h_t - amplitude of the tilt (decay or rise) of the pulse display top, mm;

h_U - steady-state pulse amplitude, mm.

Then, turn the switch V/cm to the position "1". Apply a pulse from the Г5-53 generator to the oscilloscope input A. The length of the pulse is 100 ms and the pulse repetition period is 200 ms. The sweep rate is 10 ms/cm. Adjust the pulse display amplitude to 60 mm. Measure the pulse display amplitude and the amplitude of the decay (rise) of the pulse top.

The tilt of a pulse top decay, rise is calculated from formula (7).

Then set the switch РЕЖИМ (MODE) to the position B and check the pulse top tilt using a procedure similar to that described above. The measurement result is considered satisfactory if a pulse top tilt does not exceed 3%.

NOTE. When checking a pulse top tilt, subtract a pulse settling time.

If necessary, adjust a pulse top tilt by resistors Y5-R5, Y5-R36 and capacitors Y5-C2, Y5-C11, for long pulses and capacitors Y5-C4, Y5-C5, Y5-C12, Y5-C13, Y5-C17, Y5-C18, Y5-C19, Y5-C27, Y5-C33, Y5-C34 for short pulses.

12.3.3d. The deflection factor error is determined by applying an amplitude-calibrated voltage pulse to the oscilloscope input. Determine its deviation from the rated value as measured by the c.r.t. graticule divisions.

Fig.22 illustrates a diagram of instrument connection for checking the deflection factor.

The source of a calibrated signal is a Г5-53 pulse generator whose D.C. voltage amplitude is equal to the amplitude of the output voltage pulse and measured by a B7-16 voltmeter. Adjust the Г5-53 generator to internal triggering, with a pulse length of 1 micros and a pulse repetition frequency of 100 kHz.

Turn the control knobs of the oscilloscope as follows:

РЕЖИМ (MODE) of the amplifier	- to A or B (depending on what channel is being checked);
ВРЕМЯ/cm (TIME/cm)	- to "0.2 μ s";
РАСТЯЖКА (EXPANSION)	- to ОТКЛ.(OFF);

РЕЖИМ (MODE) of the sweep

generator

- to АВТ. (FREE-RUNNING);

ЗАПУСК (TRIGGERING)

- to ВНЕШ. (EXTERNAL), "~";

СИНХР. (SYNCHRONIZATION)

- to А и Б (A and B);

Use the sync control elements of the Cl-75 oscilloscope to obtain a stable display of a pulse on the c.r.t. screen.

Vary the output voltage of the generator to make the display size equal to two vertical axis divisions in the lower part of the c.r.t. screen and bring it into coincidence with the graticule notches. Change the generator output polarity switch to the D.C. voltage position and read voltage U_1 off the B7-16 voltmeter scale. Set the generator trigger switch to the single triggering position and read voltage U_2 off the B7-16 voltmeter scale. The difference between these voltages is a calibrated pulse voltage value. Then, use the vertical shift control to adjust the display to the centre of the screen and again align it with the notches of two vertical graticule divisions by the generator pulse amplitude control. Take the voltage reading. Make a similar measurement in the upper part of the effective c.r.t. screen.

Set the display to the centre of the screen and again position it against the notches of five vertical graticule divisions by the generator pulse amplitude control. Read the voltage.

Calculate the deflection error factor (δ_{df}) for each measurement using formula (8):

$$\delta_{df} = \frac{U_r - U_a}{U_r} \cdot 100\% \quad (8)$$

where U_r - rated voltage corresponding to the vertical size of the display;

U_a - RMS voltage corresponding to the vertical size of the display which is $U_a = U_1 - U_2$.

Measurements in the upper, middle and lower parts of the c.r.t. screen against two graticule divisions are made only for the position "1" of the switch V/cm. At all other settings of the switch V/cm make measurements for five graticule divisions.

12.3.3e. The sweep calibration error and deflection factor error are found as a deviation of the actual value from the rated value at different visible sizes of the time interval in a working portion along the X axis.

The actual values of the calibration error and the deflection factor error are determined by applying a sinewave signal whose

frequency can be read off the generator scale, to the oscilloscope input.

To check calibration error and calibrated sweep rate error, the following generators should be used:

Г3-102 - from 100 ms/cm to 10 micros/cm;

Г4-102 - from 5 ms/cm to 0.1 micros/cm;

Г4-107 - from 50 ms/cm to 2 ns/cm.

Set the oscilloscope control knobs as follows:

V/cm - to "0,2";

РЕЖИМ (MODE) of the

amplifier - to A;

СИНХР. (SYNCHRONIZATION) - to А и Б (A and B)

ЗАПУСК (TRIGGERING) - to "1:1", "∞", ВНУТР.
(INTERNAL);

ВРЕМЯ/cm (TIME/cm) - to "20 ns";

РАСТЯЖКА (EXPANSION) - to ОТКЛ. (OFF);

РЕЖИМ (MODE) of the sweep
generator - to ~~ЖЛУН~~. (TRIGGERED).

The sweep calibration error is determined on a 8-cm section of the graticule (excluding the first and the tenth centimeters); the calibrated sweep rate error is determined on a 4-cm section of the graticule.

Apply a 50-MHz sinewave signal from the Г4-107 generator to the vertical amplifier input A. Adjust the signal display on the c.r.t. screen to a size convenient for viewing (3-4 cm). Align the start of the sweep with the beginning of the effective portion of the screen. Vary the generator signal frequency, until an 8-cm section of the graticule accommodates exactly 8 periods of the sinewave signal. Read the sinewave frequency off the generator scale. After that vary the signal generator frequency so that exactly four periods of the sinewave signal are accommodated in a 4-cm part of the graticule at the beginning, in the middle and at the end of the c.r.t. screen. The sweep rate error (δ) for each measurement is found from formula (9):

$$\delta = \frac{f_0 - f}{f_0} \cdot 100\% \quad (9)$$

where f - sinewave signal frequency set on the generator;

f_0 - frequency corresponding to the period which is equal to the rated sweep rate.

The procedure of checking the sweep rates and the frequencies of respective sinewave checking signals are given in Table 9.

Table 9

Settings of switches		Generator signal frequencies
ВРЕМЯ/cm (TIME/cm)	РАСТЯЖКА (EXPANSION)	
"20 ns"	ОТКЛ. (OFF)	50 MHz
"20 ns"	"x10"	250 MHz
"50 ns"	ОТКЛ. (OFF)	20 MHz
"50 ns"	"x10"	200 MHz
"0.1 μ s"	ОТКЛ. (OFF)	10 MHz
"0.1 μ s"	"x10"	100 MHz
"0.2 μ s"	ОТКЛ. (OFF)	5 MHz
"0.2 μ s"	"x10"	50 MHz
"0.5 μ s"	ОТКЛ. (OFF)	2 MHz
"1 μ s"	ОТКЛ. (OFF)	1 MHz
"2 μ s"	ОТКЛ. (OFF)	500 kHz
"5 μ s"	ОТКЛ. (OFF)	200 kHz
"10 μ s"	ОТКЛ. (OFF)	100 kHz
"20 μ s"	ОТКЛ. (OFF)	50 kHz
"50 μ s"	ОТКЛ. (OFF)	20 kHz
"0.1 ms"	ОТКЛ. (OFF)	10 kHz
"0.2 ms"	ОТКЛ. (OFF)	5 kHz
"0.5 ms"	ОТКЛ. (OFF)	2 kHz
"1 ms"	ОТКЛ. (OFF)	1 kHz
"10 ms"	"x10"	1 kHz
"2 ms"	ОТКЛ. (OFF)	500 Hz
"5 ms"	ОТКЛ. (OFF)	200 Hz
"10 ms"	ОТКЛ. (OFF)	100 Hz
"20 ms"	ОТКЛ. (OFF)	50 Hz
"50 ms"	ОТКЛ. (OFF)	20 Hz
"100 ms"	ОТКЛ. (OFF)	20 Hz

The checking result is satisfactory if:

a) the sweep calibration error does not exceed:

at operating temperatures:

3% without expansion,

4% with expansion in the range of 50 ns/cm and more,

5% with expansion in the 20 ns/cm range;

in operating conditions:

5% without expansion,

6% with expansion in the range of 50 ns/cm and more,

7% with expansion in the 20 ns/cm range;

b) the sweep rate error does not exceed:

at operating temperatures:

5% without expansion,

6% with expansion for a sweep rate of 50 ns/cm and more,

10% for the 20 ns/cm sweep rate;

in operating conditions:

7% without expansion,

8% with expansion for a sweep rate of 50 ns/cm and more,

12% with expansion for the 20 ns/cm sweep rates.

NOTES: 1. For checking the 100 ns/cm sweep rate, set the generator frequency to 20 Hz. Respectively, accommodate 16 periods of the sinewave signal on an 8-cm portion of the screen graticule, and 8 periods of the signal on a 4-cm section.

2. When checking the 2 ns/cm sweep rate, adjust the generator frequency to 250 MHz. Accommodate 4 periods of the 250-MHz sinewave signal on an 8-cm part of the graticule, and 2 periods of the signal on a 4-cm portion.

3. When checking sweep rates using the Г3-102 generator, measure the generator frequency by means of a Ч3-36 frequency meter and read the frequency off the frequency meter display board.

4. An inoperative initial portion of the 15 ns sweep (3 cm at a 5 ns/cm sweep rate, etc.) should be provided left of the beginning of the screen graticule so that the start of the operating sweep portion coincides with the beginning of the graticule.

If the sweep rate error exceeds the permissible value in all the ranges, make the adjustment by resistor VII-R32 screw-controlled from the oscilloscope face panel (KOPPEK.-CORRECTION).

The sweep rates from 100 to 1 ms/cm are adjusted by resistor Y9-R202, those from 0.5 to 10 micros/cm - by resistor Y9-R201, from 5 to 0.1 micros/cm by resistor Y9-R200, and sweep rates of 50 and 20 ns/cm - by resistors Y9-R200 and Y9-C45.

The sweep rates of 5 and 2 ns/cm are adjusted by resistor VII-R87 and capacitors VII-C22, VII-C25, VII-C31, VII-C34, VII-C42.

12.3.3f. Check the sweep triggering modes as follows.

Turn the amplifier switch **PEKIM** (MODE) to the position A,

the sweep generator switch РЕЖИМ (MODE) to АВТ. (FREE-RUNNING) and the switch РАСТЯЖКА (EXPANSION) - to ОТКЛ. (OFF).

Set the trace to the centre of the screen by the knob "↑↓" in the channel A and the knobs "←→". Make sure that the trace appears at all the settings of the switch ВРЕМЯ/cm (TIME/cm).

Set the switch ВРЕМЯ/cm (TIME/cm) to "10 μs", the sweep generator switch РЕЖИМ (MODE) to ЗДВИГ. (TRIGGERED), and the switch ЗАПУСК (TRIGGERING) to "ВНУТР." (INTERNAL), "√", 1:1. Make sure that the trace line disappears. Apply a signal from the built-in calibrator to the oscilloscope input A in the position "0,1" of the switch V/cm. Turn the knob УРОВЕНЬ (LEVEL) to obtain a stable display of the signal on the screen.

Then set the sweep generator switch РЕЖИМ (MODE) to the position ПАЗОВЫЙ (SINGLE) and make sure that the trace line disappears. Push the button ГОТОВ (READY). A single sweep must be started and a calibrator signal display must appear on the c.r.t.screen.

The checking result is considered satisfactory if the sweep generator operates normally in the triggered, free running and single sweep modes.

NOTE. When the knob УРОВЕНЬ (LEVEL) is set to a position about 0, the trace line may sometimes disappear in the free-running mode, and the sweep may be triggered in the triggered sweep mode.

12.3.3g. To check the parameters of the amplitude and time calibrator, proceed as follows.

Apply calibrated voltage from the calibrator jack ВЫХОД (OUTPUT) to the ЧЗ-36 frequency meter input and measure the period of this voltage. The calibrator switch ВКЛ./ОТКЛ. (ON/OFF) must be set to ВКЛ. (ON), and the switch V/cm to the position "0,1".

Turn the switch ВКЛ./ОТКЛ. (ON/OFF) to ОТКЛ. (OFF). Connect the calibrator jack ВЫХОД (OUTPUT) through a GP-50-95Φ tee with the oscilloscope input and measure the calibration voltage amplitude by a B7-16 voltmeter. Calculate the error (δ) using formula (10):

$$\delta = \frac{U_r - U}{U_r} \cdot 100\% \quad (10)$$

where U_r - rated voltage of the amplitude calibrator equal to 0.5 V;

U - measured magnitude of the calibration voltage, V.

The waveform of the calibration voltage should be checked by applying a signal from the calibrator jack ВЫХОД (OUTPUT) to the

oscilloscope input A at the setting "0,1" of the switch V/cm. Turn the amplifier switch РЕЖИМ (MODE) to the position A, the switch ВРЕМЯ/cm (TIME/cm) to "10 μ s", and the switch РАСТЯЖКА (EXPANSION) to ОТКЛ. (OFF). The sweep is synchronized from an internal signal.

The checking result is considered satisfactory if the calibration voltage has a "meander" waveform and a period of 10 μ s $\pm$ 0.2%, and if the amplitude setting error does not exceed 1.5%.

If the amplitude setting error is above the permissible value, adjust it by resistor Y12-R11.

12.3.3h. Check the channel switch operation modes as follows.

Turn the oscilloscope control knobs to the following positions:

РЕЖИМ (MODE) of the sweep generator	- АВТ. (FREE-RUNNING);
ВРЕМЯ/cm (TIME/cm)	- "10 μ s";
РАСТЯЖКА (EXPANSION)	- ОТКЛ. (OFF).

Turn the amplifier switch РЕЖИМ (MODE) to the position A. The screen must display one trace which should be shiftable by the knob "↓" in the channel A.

Change the switch РЕЖИМ (MODE) to the position B and check operation of the channel B in a similar manner.

Set the switch РЕЖИМ (MODE) to the position ПООЧЕРЕДНО (ALTERNATE). Two traces must appear on the screen which are controlled by the knobs "↓". Turn the switch ВРЕМЯ/cm (TIME/cm) to "50 ms". The channel switch must change over the channels after each sweep trace.

Change the switch РЕЖИМ (MODE) to ПЕРЕРЫВНО (INTERMITTENT). When varying the sweep rates, make sure that the channels are switched over out of synchronism with sweep triggering.

The checking result is satisfactory if the channel switch provides operation of the channel A and the channel B and if in two-channel operation the channels are switched over after each sweep trace (ПООЧЕРЕДНО - ALTERNATE) and the channels are switched over out of synchronism with sweep triggering (ПЕРЕРЫВНО - INTERMITTENT).

- NOTES: 1. In the operation mode ПЕРЕРЫВНО (INTERMITTENT), the sweep trace may intermittently appear and disappear on the screen if the channel switch frequency is equal to the sweep frequency.
2. In the operation mode ПЕРЕРЫВНО (INTERMITTENT)

jitter of the display not above ± 1 mm vertically is permitted at the start of the sweep (on a 10-mm portion).

12.3.3i. To check the pulse generator parameters, do the following.

Turn the switch BKJ./OTKJ. (ON/OFF) to BKJ. (ON). Apply a generator pulse from the jack Выход $\swarrow$ ($\swarrow$ OUTPUT) to the C7-11 oscilloscope input and deliver a generator sync pulse to the oscilloscope sync input (jacks ГН8, ГН9 on the side of the instrument). Determine the rise time and the overshoot of the pulse.

Then, apply a generator pulse from the jack Выход $\swarrow$ ($\swarrow$ OUTPUT) to the input A of the oscilloscope at the setting "0.05" of the switch V/cm.

The sweep is synchronized internally. Determine the waveform of the pulse and measure its amplitude.

The checking result is considered satisfactory if:

the generator output voltage is a sequence of square pulses;
a pulse amplitude is from not less than 0.18 to not over

0.3 V;

pulse rise time does not exceed 0.5 ns;

pulse overshoot does not exceed 5%.

If the oscilloscope parameters differ from the specified values, send the instrument for repair.

13. STORAGE

13.1. The short-term storage period of the oscilloscope is 12 months. During this time the oscilloscope must be stored at temperatures from 5 to 25°C and relative humidity up to 60% (at 20°C).

13.2. When intended for long-term storage, the oscilloscope must be kept in the following conditions:

in heated store rooms at temperatures from 5 to 30°C and relative air humidity under 85% (at 20°C);

in unheated store rooms at temperature from -40 to +30°C and relative air humidity under 95% (at 20°C).

The oscilloscope storage term in heated premises is 5 years.

The oscilloscope storage term in unheated premises is 3 years.

If intended for long-term storage, the oscilloscope must be preserved.

13.3. To preserve the oscilloscope, do the following:

remove dust and dirt from the oscilloscope and auxiliary equipment. If the oscilloscope has been exposed to moisture, dry it up in the laboratory during two days.

Put polystyrene covers IICB on the front and rear walls of the oscilloscope. Wrap the oscilloscope with the covers and the S&A box separately in one layer of wrapping paper and put them into separate polythene covers. Place bags with silica gel into each cover, then wrap the oscilloscope and the S&A box once again separately in wrapping paper and put them into a cardboard case. Place the case into a transportation box.

To depreserve the oscilloscope, use the following procedure.

Take the oscilloscope and the S&A box out of the cardboard case:

- carefully cut the polyethene covers along the seam;
- remove the wrapping paper and rub the oscilloscope clean with dry soft cloth;
- examine the oscilloscope and the S&A equipment visually;
- check the electrical characteristics of the oscilloscope.

14. TRANSPORTATION

14.1. Packing and Marking

14.1.1. Place the oscilloscope, and spares and auxiliaries into a transportation box intended to protect the instrument from damage in transit. Use corrugated cardboard and plastic foam for shock absorption.

14.1.2. A box intended for transportation is made of birch-tree plywood lined with asphalt paper on the inside. On the outside, the box is tied up along the edges with two continuous steel bands. The inner dimensions of the box are 945x570x400 mm.

14.1.3. The packing procedure is as follows:

wrap the oscilloscope in one layer of paraffined paper and put polystyrene covers and a dust-proof hood onto the front and rear walls of the instrument. Wrap the oscilloscope and the S&A equipment separately in one layer of wrapping paper and place them into a cardboard case. Insert corrugated cardboard and foamed plastic spacers in the case, glue the case up and tie it over with twine.

Place the case with the oscilloscope and the S&A box in a transportation box so that there are equal distances between the instrument, the S&A box and the inner surfaces of the box. Fill the free space with corrugated cardboard. Nail up the box with the packing steel band and seal it.

14.1.4. Mark the transportation box as follows: put warning symbols in the form of arrows (meaning top, do not overturn), a glass (fragile) and an umbrella (keep off moisture) as well as the packing weight in kg on one side wall and on the face wall. The type of the oscilloscope should be marked on the side wall only.

14.2. Transportation Requirements

14.2.1. The oscilloscope must be transported in the following conditions: the ambient temperature must be from +60 to -50°C and relative air humidity under 95% (at 30°C).

14.2.2. The oscilloscope may be transported by all means of transport when packed in a transportation box and protected from the direct effect of rain, snow and dust. Do not turn the instrument upside down.

14.2.3. If transported by plane, the oscilloscope must be placed in a pressurized compartment. Transportation in pressurized compartments is permissible if the flight altitude does not exceed 5000 m (400 mm Hg).

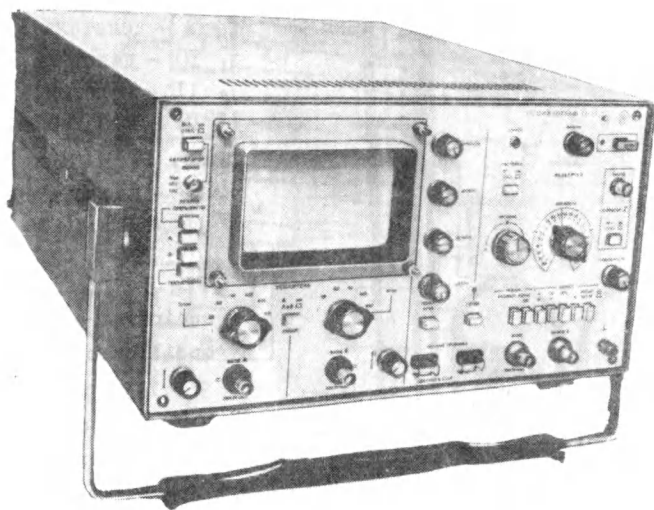


Рис. 1. Общий вид осциллографа
Fig.1. External view of oscilloscope

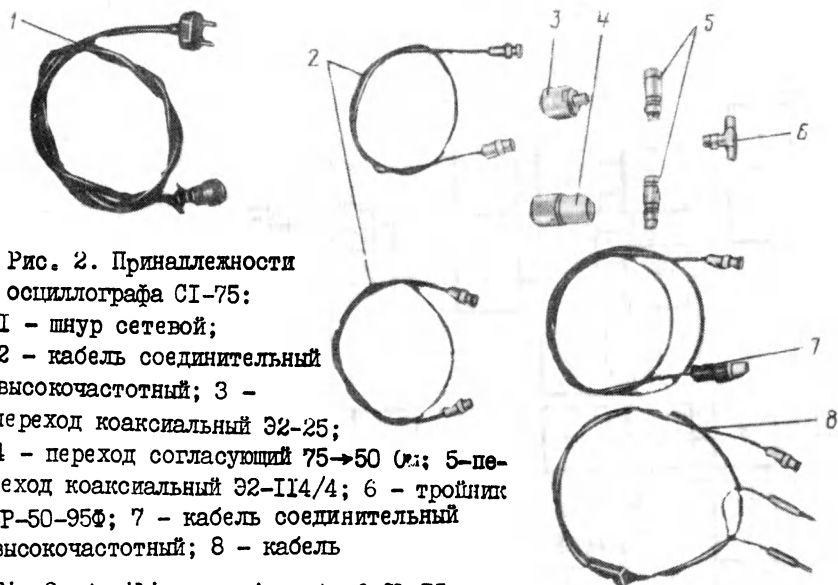


Рис. 2. Принадлежности осциллографа CI-75:
1 - шнур сетевой;
2 - кабель соединительный высокочастотный; 3 - переход коаксиальный 32-25;
4 - переход согласующий 75→50 Ом; 5 - переход коаксиальный 32-114/4; 6 - тройник CP-50-95Ф; 7 - кабель соединительный высокочастотный; 8 - кабель

Fig.2. Auxiliary equipment of CI-75 oscilloscope:

1 - supply lead; 2 - connecting r.f.cable; 3 - 32-25 coaxial cable;
4 - 75→50 Ohm matching cable; 5 - 32-114/4 coaxial cable;
6 - CP-50-95Ф tee; 7 - connecting r.f.cable; 8 - cable

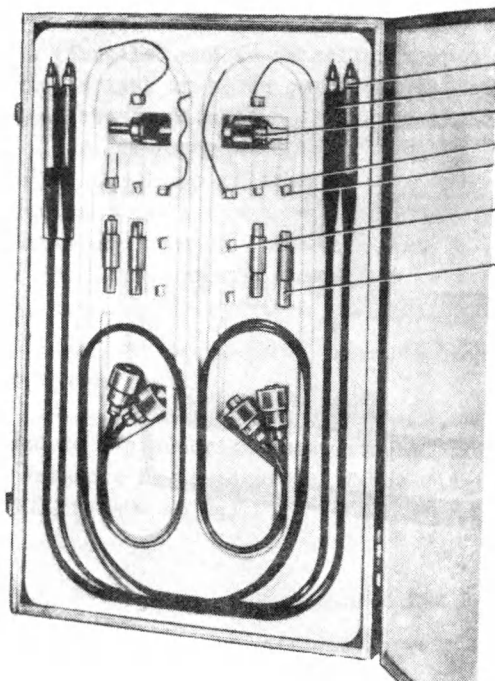


Рис. 3. Принадлежности осциллографа CI-75:

- 9 - делитель 1:50;
- 10 - делитель 1:10;
- 11 - переход;
- 12 - насадка заземления;
- 13, 14 - штыри заземления;
- 15 - насадка емкостная разделительная

Fig.3. Auxiliary equipment of CI-75 oscilloscope:

- 9 - 1:50 divider;
- 10 - 1:10 divider;
- 11 - cable;
- 12 - earth cap;
- 13, 14 - earth pins;
- 15 - capacitance coupling head

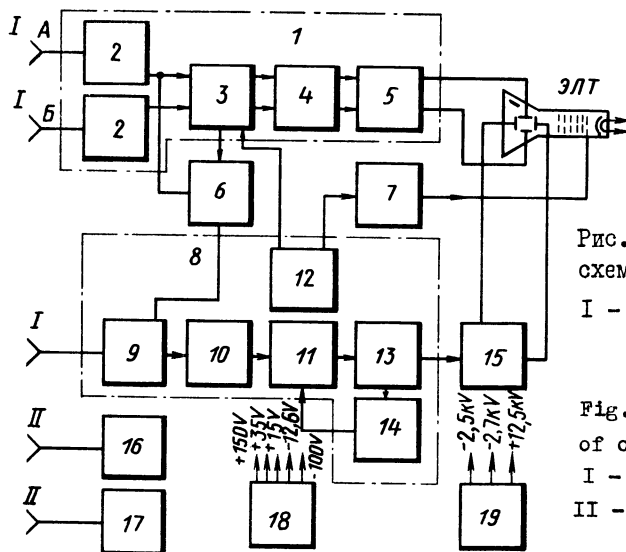


Рис. 4. Структурная схема прибора:

I - вход; II - выход

Fig.4. Block diagram of oscilloscope:

I - input;
II - output; ЭЛТ - c.r.t

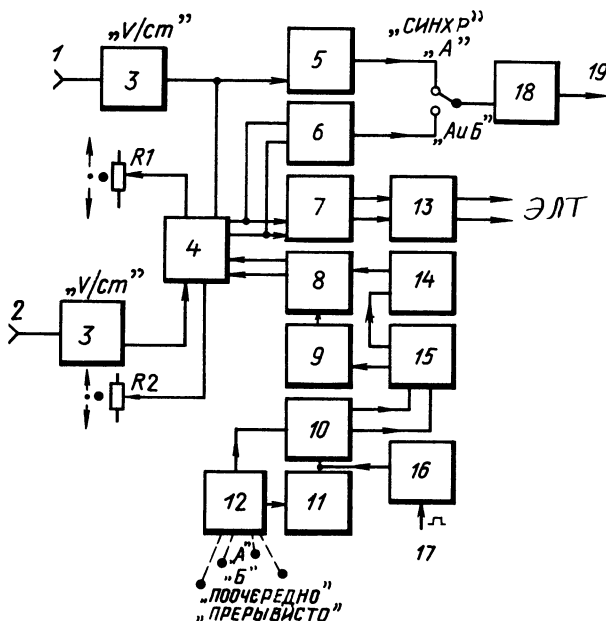


Рис. 5. Структурная схема усилителя:

1 - вход А; 2 - вход Б; 3- выходной делитель 50 Ом; 4 - фазоинверсный каскад; 5 - эмиттерный повторитель импульсов синхронизации канала А; 6 - усилитель импульсов синхронизации каналов А и Б; 7 - линия задержки; 8 - коммутатор; 9 - источник тока в канале Б; 10 - генератор коммутационных сигналов; 11 - мультивибратор $f = 500$ кГц; 12 - переключатель режима; 13 - выходной усилитель; 14 - источник тока в канале А; 15 - усилитель коммутационных сигналов; 16 - усилитель импульсов управления; 17 - от развертки; 18 - усилитель внутренней синхронизации; 19 - на усилитель синхронизации

Fig.5. Block diagram of amplifier:

1 - input A; 2 - input B; 3 - 50-Ohm input divider; 4 - phase inverter stage; 5 - emitter follower for channel A sync pulses; 6 - sync pulse amplifier of channels A and B; 7 - delay line; 8 - channel switch; 9 - current source in channel B; 10 - switching signal generator; 11 - multi-vibrator $f=500$ kHz; 12 - mode selector switch; 13 - output amplifier; 14 - current source in channel A; 15 - switching signal amplifier; 16 - control pulse amplifier; 17 - from sweep generator; 18 - internal sync amplifier; 19 - to sync amplifier

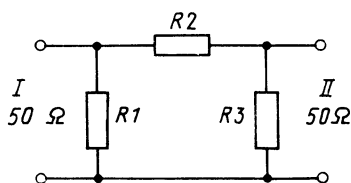


Рис. 6. Схема входного делителя:

I - вход; II - выход

Fig.6. Input divider diagram:

I - input; II - output

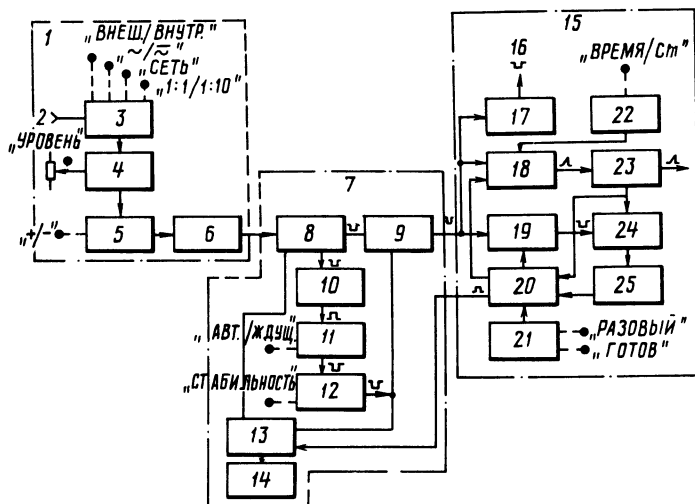


Рис.7. Структурная схема развертки:

I - усилитель синхронизации; 2 - вход; 3 - переключатель входа; 4 - компаратор; 5 - схема выбора полярности; 6 - дифференциальный усилитель; 7 - схема запуска; 8 - генератор импульсов запуска на двух туннельных диодах; 9 - схема "ИЛИ"; 10 - усилитель автозапуска; 11 - моностабильный мультивибратор; 12 - схема блокировки свободного хода; 13 - схема восстановления готовности генератора развертки; 14 - индикатор восстановления; 15 - генератор пилообразного напряжения; 16 - выход импульса подсвета; 17 - схема формирования импульса подсвета; 18 - генератор пилообразного напряжения; 19 - схема высокочастотной синхронизации; 20 - триггер Шмитта; 21 - схема подготовки к разовому запуску; 22 - источник тока для формирования пилообразного напряжения; 23 - схема считывания пилообразного напряжения; 24 - схема блокировки запуска; 25 - схема считывания сигналов блокировки

Fig.7. Block diagram of sweep generator:

1 - sync amplifier; 2 - input; 3 - input switch; 4 - comparator; 5 - polarity selection circuit; 6 - differential amplifier; 7 - trigger circuit; 8 - trigger pulse

generator built around two tunnel diodes; 9 - OR gate;
 10 - self-trigger pulse amplifier; 11 - monovibrator;
 12 - free trace blocking circuit; 13 - sweep generator
 recovery circuit; 14 - recovery indicator; 15 - sawtooth
 generator; 16 - illumination pulse output; 17 - illumina-
 tion pulse shaping circuit; 18 - sawtooth generator;
 19 - high-frequency synchronization circuit; 20 - Schmitt
 trigger; 21 - single triggering preparation circuit;
 22 - current source for producing sawtooth voltage;
 23 - sawtooth voltage reading circuit; 24 - triggering
 blocking circuit; 25 - blocking signal reading circuit

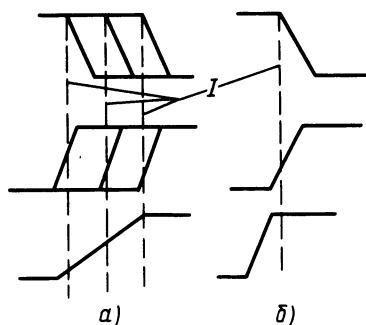


Рис. 8. Стабильный и нестабильный запуск генератора пилообразного напряжения:

I - точки запуска; а - стабильный;
 б - нестабильный

Fig.8. Stable and unstable triggering of sawtooth generator:

I - triggering points; а - stable;
 б - unstable

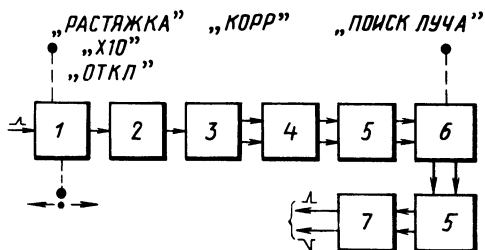


Рис. 9. Структурная схема усилителя X:

1 - делитель 1:10; 2 - дифференциальный усилитель; 3 - фазоинверсный каскад; 4 - усилитель-ограничитель; 5 - эмиттерный повторитель; 6 - предоконечный усилитель; 7 - окончательный усилитель

Fig.9. Block diagram of X amplifier:

1 - 1:10 divider; 2 - differential amplifier; 3 - phase inverter stage; 4 - limiting amplifier; 5 - emitter follower; 6 - penultimate amplifier; 7 - output amplifier

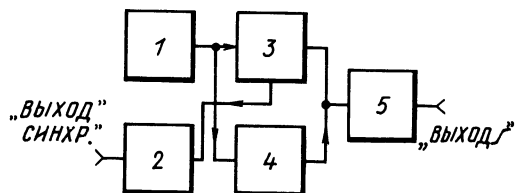


Рис. 10. Структурная схема генератора импульсов:

1 - задающий генератор; 2 - усилитель импульсов синхронизации; 3 - схема формирования импульса запуска; 4 - схема формирования импульса сброса; 5 - генератор на туннельном диоде

Fig.10. Block diagram of pulse generator:

1 - master oscillator; 2 - sync pulse amplifier;
3 - trigger pulse shaper; 4 - reset pulse shaper;
5 - tunnel-diode generator

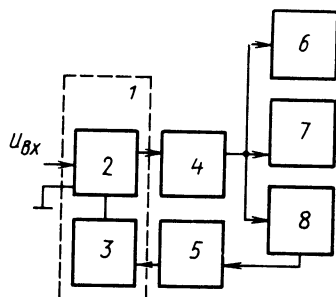


Рис. 11. Структурная схема высоковольтного блока питания:

1 - стабилизатор напряжения; 2 - регулирующий элемент ПЭ; 3 - усилитель напряжения обратной связи; 4 - преобразователь напряжения; 5 - высоковольтный делитель; 6 - выпрямитель напряжения $U_{ПВ}$; 7 - выпрямитель напряжения U_M ; 8 - выпрямитель напряжения U_K

Fig.11. Block diagram of high-voltage power unit:

1 - voltage stabilizer; 2 - ПЭ regulating element;
3 - feedback voltage amplifier; 4 - voltage converter;
5 - high-voltage divider; 6 - $U_{ПВ}$ voltage rectifier;
7 - U_M voltage rectifier; 8 - U_K voltage rectifier; $U_{ВХ}$ - U_{input}

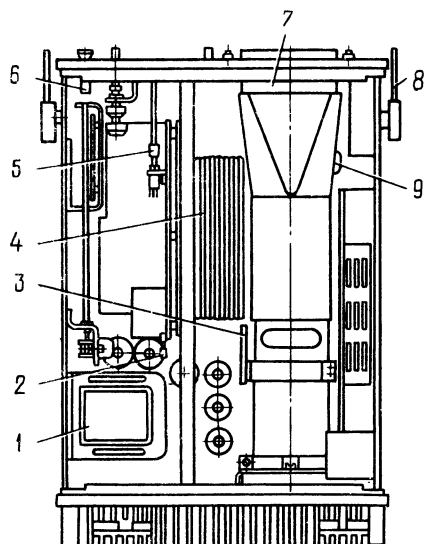


Рис. 12. Вид осциллографа сверху:

- 1 - силовой трансформатор;
- 2 - разъем на ППМ усилителя X;
- 3 - ППМ нагрузки ЭЛТ;
- 4 - линия задержки; 5 - муфта;
- 6 - формирователь; 7 - ЭЛТ;
- 8 - переносная ручка; 9 - втулка

Fig.12. Top view of oscilloscope:

- 1 - power transformer;
- 2 - connector on X amplifier printed-circuit board;
- 3 - c.r.t.load printed circuit board;
- 4 - delay line;
- 5 - clutch;
- 6 - shaper;

7 - cathode-ray tube; 8 - carrying handle; 9 - sleeve

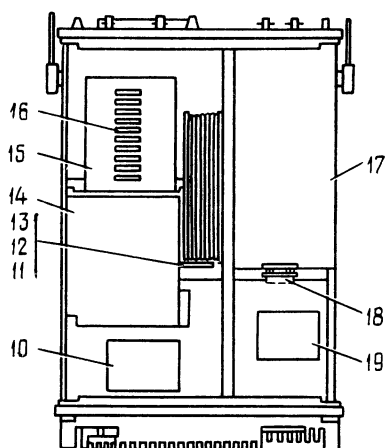


Рис. 13. Вид осциллографа снизу:

- 10 - ППМ усилителя импульсов подсвета;
- 11 - вывод модулятора; 12 - вывод катода; 13 - анодный вывод ЭЛТ;
- 14 - высоковольтный блок питания;
- 15 - экран; 16 - ППМ коммутатора;
- 17 - ППМ генератора развертки;
- 18 - разъем платы генератора развертки;
- 19 - плата мостов

Fig.13. Bottom view of oscilloscope:

- 10 - printed-circuit board of illumination pulse amplifier;
- 11 - modulator lead;
- 12 - cathode lead;
- 13 - c.r.t. anode lead;
- 14 - high-voltage power unit;
- 15 - screen;
- 16 - channel switch printed circuit board;
- 17 - sweep generator printed-circuit board;
- 18 - sweep generator board connector;
- 19 - bridges board

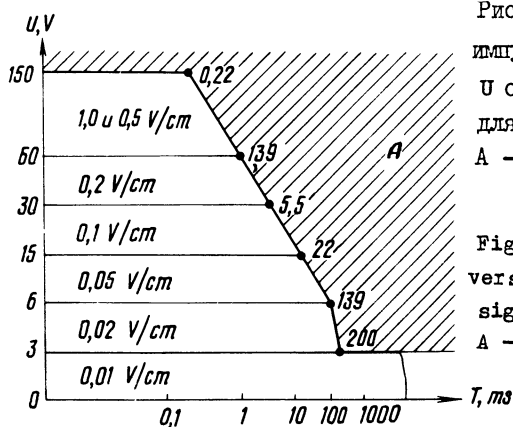


Рис. 15. Зависимость величины импульсного входного напряжения U от длительности импульса T для однократных сигналов: A - зона перегрузки

Fig.15. Input pulse voltage U versus pulse length T for single signals: A - overload zone

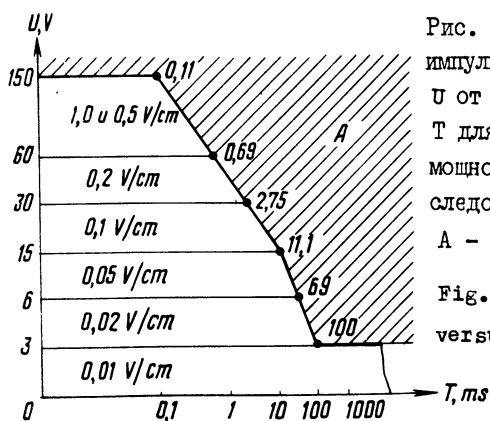


Рис. 16. Зависимость величины импульсного входного напряжения U от длительности импульса T для сигналов, со средней мощностью 0,25 Вт и частотой следования более одного в минуту: A - зона перегрузки

Fig.16. Input pulse voltage U versus pulse length T for signals with 0.25 W when power and repetition frequency of more than one pulse per minute: A - overload zone

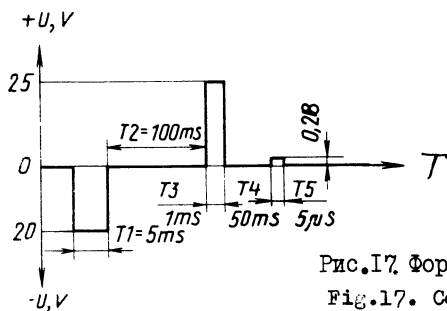


Рис.17. Форма сложного импульсного сигнала
Fig.17. Complex pulse waveform

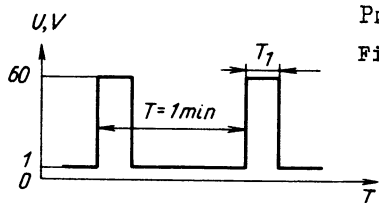


Рис. 18. Форма исследуемого сигнала
Fig.18. Test signal waveform

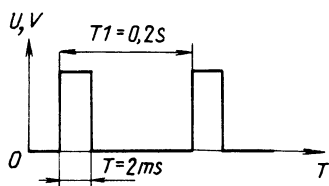


Рис. 19. Форма исследуемого сигнала
Fig.19. Test signal waveform

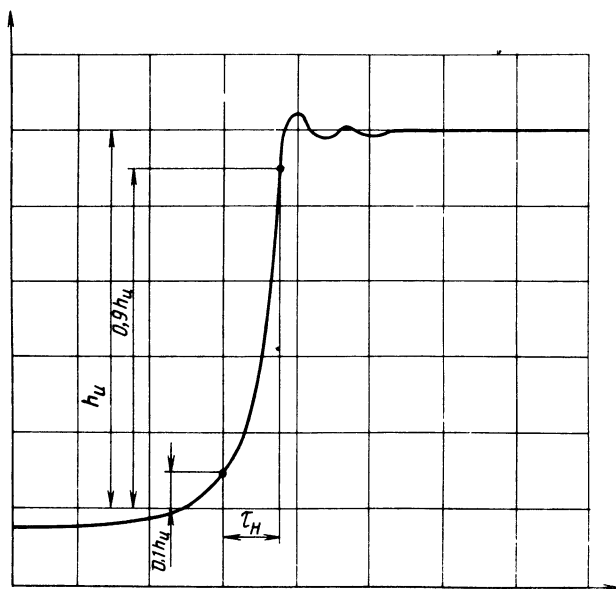


Рис. 20. Форма импульсов на гнезде

Fig.20. Pulse waveform at jack

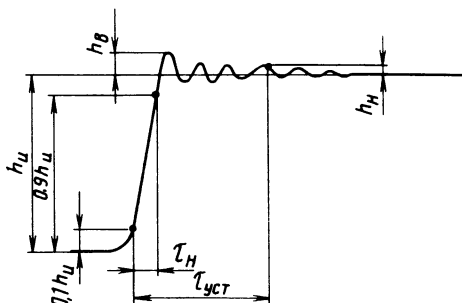


Рис. 21. Измерение времени нарастания, выброса, неравномерности (до 20 нс) и времени установления переходной характеристики; h_N - амплитуда неравномерности и установления значения; h_B - амплитуда выброса; h_u - амплитуда установившегося значения; τ_N^B - время нарастания переходной характеристики; $\tau_{уст}$ - 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

Fig.21. Measurement of rise time, overshoot, top tilt (up to 20 ns) and settling time of oscilloscope pulse:

h_N - pulse top tilt amplitude; h_B - overshoot amplitude; h_u - steady-state pulse amplitude; τ_N - pulse rise time; $\tau_{уст}$ - settling time, i.e. time interval during which pulse amplitude increases from 0.1 level to steady-state value. Steady-state value is a point on transient response curve starting from which deviations of pulse top do not exceed permissible tilt value

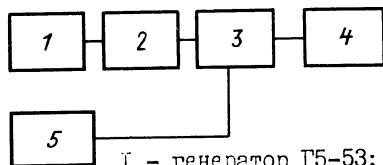


Рис. 22. Схема соединения приборов для проверки погрешности коэффициентов отклонения и погрешности калибровки отклонения:

1 - генератор Г5-53; 2 - аттенуатор (с комплекта Г5-53); 3 - тройник СР-50-95Ф; 4 - осциллограф С1-75; 5 - вольтметр Б7-16

Fig.22. Diagram of connecting instruments for checking deflection factor error and deflection calibration error:

1 - Г5-53 generator; 2 - attenuator (from Г5-53 generator set); 3 - СР-50-95Ф tee; 4 - С1-75 oscilloscope; 5 - voltmeter

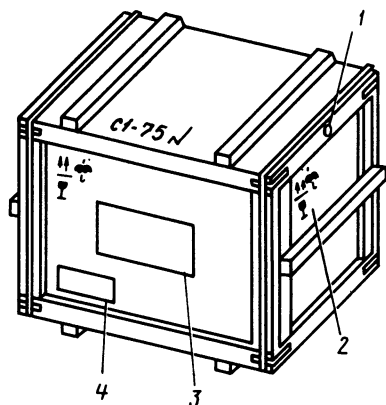


Рис. 23. Схема маркировки:

I - пломба с двух сторон; 2 - предупредительные знаки; 3 - адрес получателя; 4 - масса, габаритные размеры, адрес отправителя

Fig.23. Marking diagram:

1 - seals from two sides; 2 - warning symbols;
3 - shipper's address; 4 - mass, overall dimensions,
consignee's address

ПРИЛОЖЕНИЯ
APPENDICES

ПРИЛОЖЕНИЕ I
APPENDIX I

Данные намотки трансформаторов и катушек индуктивности
Winding Data of Transformers and Inductance Coils

Таблица I
Table 1

Данные намотки катушек индуктивности
Winding Data of Inductance Coils

Обозначение катушки Designation of inductance coil	Марка провода Wire grade	Диаметр провода, мм Wire dia., mm	Число вит- ков Num- ber of turns	Индуктив- ность Inductance	Примечание Remarks
Y5-LI-Y5-L8 } Y9-LI-Y9-L3 }	ПЭВ-2	0,33	2	25 нГ ± +30%	На резисторе ОМЛТ-0,25- 560 Ом ±10% At resistor ОМЛТ-0.25- 560 Ом ±10%
Y5-L9, Y5-L10	ММ	0,8	-	-	Выполнена в виде пе- ремычки Made as a jumper
Y7-LI, Y7-L2	ПЭВ-2	0,33	2	30 нГ ± +30%	-
LI	ПЭВ-2	0,1	2000	-	-
L2, L3	ПЭВ-2	0,1	400	-	-

Таблица 2

Table 2

Данные намотки катушки трансформатора УИ7-Тр I

Winding Data of Coil of Transformer УИ7-Тр.1

Наименование Characteristics	Номера обмоток Nos of windings		
	I	II	III
Номера выводов Nos of leads	I, 2	3, 4	6, 5, 7
Марка провода Wire grade	ПЭВ-2	ПЭВ-2	ПЭВ-2
Диаметр провода, мм Wire dia., mm	0,35	0,12	0,12
Число витков Number of turns	12	800	1200
Отвод от витков Wire taps	-	-	770
Сопротивление, Ом Resistance, Ohm	I	$90 \pm 10\%$	$150 \pm 10\%$ (отвод) $100 \pm 10\%$ $150 \pm 10\%$ (tap) $100 \pm 10\%$
Тип намотки Winding type	рядовая row	в навал mush	в навал mush

Таблица 3
Table 3

Данные намотки катушки трансформатора Тр1
Winding Data of Coil of Transformer Tr1

Наименование Character- istics	Номера обмоток Nos of windings								
	Ia	Iб	Экран Screen	II	III	IV	V	VI	VII
Марка про- вода Wire grade	ПЭВ-2		Лента МЗТ Band МЗТ						ПЭВ-2
Диаметр про- вода, мм Wire dia., mm	0,64		0,05H	0,29	0,31	0,33	0,59	0,64	0,86
									0,93
									0,59

Продолжение таблицы 3

Table 3 (cont.)

Наименование Characteristics	Номера обмоток Nos of windings										
	Ia	Iб	Экран Screen	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
Число витков Number of turns	370	350	I, 2	22	350	446	139	73	67	59	22
Число слоев Number of layers	10	10	I, 2	7	7	7	3	3	3	3	I
Число витков в слое Number of turns per layer	72	72	I	22	146	135	77	71	52	48	22
Отводы от витков Turn taps	334 350	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Table 3 (cont.)

Наименование Characteristics	Номера обмоток Nos of windings										
	Ia	I6	Экран Screen	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
Изоляция между слоями Inter-layer insulation	Бумага K-120 Paper K-120			-	Бумага K-080 Paper K-080			Бумага K-120 Paper K-120			
Вывод проводов Lead wire	МГТЛ 0,35										
Число выводов Number of leads	4	2	I	2	2	2	2	2	ПЭВ-2		МГТЛ 0,35
									0,86	0,93	
Номера выво- дов Lead Nos	1, 2, 3, 4	5, 6	7	31, 32	21, 22	23, 24	25, 26	11, 12	13, 14	15, 16	36, 37

Окончание таблицы 3
Table 3 (End)

Наименование Characteristics	Номера обмоток Nos of windings										
	Ia	Ió	Экран Screen	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
Сопротивление при температу- ре 20±5°C, Ом Resistance at 20±5°C, Ohm	4	3.3	-	I,3	18,2	23	2,2	I, I	-	-	-

Таблица 4

Table 4

Данные намотки катушки трансформатора У17-У2-Тр1
Winding Data of Coil of Transformer У17-У2-Тр1

Наименование Characteristics	Номера обмоток Nos of windings			
	I	II	III	IV
Марка провода Wire grade	ПЭВ-2	ПЭВ-2	ПЭВ-2	ПЭВ-2
Диаметр провода, мм Wire dia., mm	0,15	0,15	0,15	0,15
Число витков Number of turns	120	20	15	15
Тип намотки Winding type	Рядовая Row	Рядовая Row	Рядовая Row	Рядовая Row
Номера выводов Lead Nos	2, 6, 4	3, 5, 1	7, 9	8, 10
Отвод от витков Turn taps	60	10	-	-

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Таблицы напряжений элементов схем

Величины напряжений, измеренных на выводах транзисторов и микросхем прибора СИ-75, приведены в табл. I-II. Измерения производит 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 части экрана ЭЛТ;
ВРЕМЯ/cm	- "1 μs";
РАСТЯЖКА	- ОТКЛ.;
РЕЖИМ	- ЖДУЩ.;
ЗАПУСК	- ВНЕШН., " ~ ";
←.→	- в положение, когда луч установлен в
	средней части экрана ЭЛТ;
ВКЛ./ОТКЛ. в генераторе	- ВКЛ.

APPENDIX 2

Table of Circuit Element Voltages

The voltages measured at the leads of the transistors and microcircuits used in the Cl-75 oscilloscope are listed in Tables 1-11. The voltages must be measured with respect to case "earth" by a BK7-3 meter.

The actual voltages may differ from the tabulated values by 20%.

When measuring the voltages, set the controls to the following positions:

ВКЛ./ОТКЛ. (ON/OFF) in the	- to ВКЛ. (ON);
calibrator	
РЕЖИМ (MODE) in the ampli-	- to "А";
fier	
V/cm	- to "1";
" ↑ "	- to a position when the beam is
↓	set to the centre of the
	c.r.t. screen;
ВРЕМЯ/cm (TIME/cm)	- to "1 μs";
РАСТЯЖКА (EXPANSION)	- to ОТКЛ. (OFF);
РЕЖИМ (MODE)	- to ЖДУЩ. (TRIGGERED);
ЗАПУСК (TRIGGERING)	- to ВНЕШН. (EXTERNAL), " ~ ";
"←.→"	- to a position when the beam is
	set to the centre of the c.r.t.
	screen;
ВКЛ./ОТКЛ. (ON/OFF) in	- to ВКЛ. (ON)
the generator	

Таблица I
Table 1

Величины напряжений на выводах транзисторов
платы коммутатора У4
Voltages at Transistor Leads of Switch Board У4

Выводы Leads	Напряжение, В Voltage, V						
	Номера транзисторов Transistor Nos						
	Т1	Т2	Т4	Т5	Т6	Т7	Т8
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	4,0	7,5	0,7	5,1	0	1,2	1,2

Продолжение табл. I
Table 1 (continued)

Выводы Leads	Напряжение, В Voltage, V						
	Номера транзисторов Transistor Nos						
	Т9	Т10	Т11	Т12	Т13	Т14	Т18
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

Окончание табл. I

Table 1 (End)

Выводы Leads	Напряжение, В Voltage, V						
	Номера транзисторов Transistor Nos						
	TI9	T20	T2I	MC1-I	MC1-2	T22	T23
Э	8,8	-I,4	-I,4	-0,7	-0,7	-2,7	0
Б	7,9	-I,5	-0,7	-0,2	0	-2	0,6
К	2,6	8,8	7,9	5,6	0,5	5,6	5,6

Таблица 2

Table 2

Величины напряжений на контактах микросхем

У4-МС2 и У4-МС3 на плате коммутатора У4

Voltages at Contacts of Microcircuits У4-МС2

and У4-МС3 on Switch Board У4

Номера контактов микросхемы Nos of micro- circuit contacts	Напряжение, В Voltage, V			
	Режим работы Operation mode			
	А	Б	ПООЧЕРЕДНО (ALTERNATE)	ПЕРЕРЫВИСТО (INTERMITTENT)
У4-МС3:				
4	0	0	0	5,6
I4	0	0	0	0
У4-МС2:				
2	-I,5	0	-I,5	-I,5
4, I4	0	-I,5	-I,5	-I,5
5	-3,9	-3,9	-3,9	-3,9

Table 2, end

Номера контактов Nos of micro- circuit contacts	Напряжение, В Voltage, V			
	Режим работы Operation mode			
	А	Б	ПООЧЕРЕДНО (ALTERNATE)	ПЕРЕРЫВИСТО (INTERMITTENT)
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

Table 3

Величина напряжений на выводах транзисторов платы

усилителя вертикального отклонения У5

Voltages at Transistor Leads of Vertical Amplifier

Board У5

Выводы Leads	Напряжение, В Voltage, V						
	Номера транзисторов Transistor Nos						
	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

Table 3 (cont.)

Выводы Leads	Напряжение, В Voltage, V						
	Номера транзисторов Transistor Nos						
	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

Окончание табл. 3

Table 3 (end)

Выводы Leads	Напряжение, В Voltage, V					
	Номера транзисторов Transistor Nos					
	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

Table 4

Величины напряжений на выводах транзисторов в схеме
усилителя импульсов подсвета У6

Voltages at Transistor Leads of Illumination Pulse
Amplifier У6

Выводы Leads	Напряжение, В Voltage, V					
	Номера транзисторов Transistor Nos					
	У6-Т1	У6-Т2	У6-Т3	Т1	Т2	Т3
Э	-1,7	2	0,6	106	57	0
Б	-0,9	1,3	1,3	105	56	0,6
К	1,3	-7	8,5	57	1,2	1,2

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

Note. When measuring voltages at the leads of transistors in the illumination pulse amplifier, the knob ЯРКОСТЬ (BRIGHTNESS) must be turned fully counter-clockwise.

Таблица 5

Table 5

Величины напряжений на выводах транзисторов
 платы генератора развертки У9
 Voltages at Transistor Leads of Sweep Generator
 Board У9

Выводы Leads	Напряжение, В Voltage, V									
	Номера транзисторов Transistor Nos									
	ТI	Т2	Т3	Т4	Т5	Т6	Т7	Т8	Т9	ТII
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

Table 5 (continued)

Выводы Leads	Напряжение, В Voltage, V									
	Номера транзисторов Transistor Nos									
	ТI2	ТI3	ТI6	ТI7	ТI8	ТI9	Т2I	Т22	Т23	Т24
Э	9,2	9,2	I5	I5	-8,9	I3,5	-8,9	-9,7	I3,4	-9,7
Б	9,7	9,5	I4,3	I4,9	-8,2	I3,3	-8,9	-I0	I2,7	-9
К	I4,9	I4,9	II,9	IO,4	-0,3	-0,4	-0,6	-0,5	-I,5	-I,5

Продолжение табл. 5

Table 5 (continued)

Выводы Leads	Напряжение, В Voltage, V									
	Номера транзисторов Transistor Nos									
	T25	T26	T27	T28	T29	T31	T32	T33	T34	T35
Э	0	0	8,8	0,6	0,6	8,8	14,7	-3,3	0,6	0,8
Б	-0,5	-0,6	9,7	0	0	8	13,7	-0,5	0	0
К	0	0	2,1	14,7	0,6	5,4	35	-8,1	1,2	0,1

Продолжение табл. 5

Table 5 (continued)

Выводы Leads	Напряжение, В Voltage, V									
	Номера транзисторов Transistor Nos									
	T36	T37	T38	T41	MC1-1	MC1-2	MC1-3	MC1-4	MC2-1	MC2-2
Э	15,6	1,3	3,1	105,1	4,7	4,7	14,3	14,3	9,3	9,2
Б	15,4	0,6	1,7	105	4,4	2,1	12,9	15	10	9,8
К	1,7	-12,6	15	90,5	7	9,7	29,7	15,9	10,7	15

Продолжение табл. 5

Table 5 (continued)

Выводы Leads	Напряжение, В Voltage, V									
	Номера транзисторов Transistor Nos									
	MC2-3	MC2-4	MC3-1	MC3-2	MC3-3	MC3-4	MC4-1	MC4-2	MC4-3	MC4-4
Э	11,2	11,2	0	13,7	0,6	0	0,1	-0,6	0,7	-5,5
Б	10,7	11,9	-0,4	14,3	1,2	0,6	0,8	0,7	1,3	-4,9
К	12,9	15	13,3	14,7	35	35	15	1,7	15	0

Окончание табл. 5

Table 5 (end)

Выводы Leads	Напряжение, В Voltage, V			
	Номера транзисторов Transistor Nos			
	MC5-1	MC5-2	MC5-3	MC5-4
Э	89,9	89,9	60	34,2
Б	90,5	90,3	60,8	35
К	90,5	10,5	89,9	60

Примечания: 1. Перед измерениями напряжений на выводах транзисторов установите ручкой УРОВЕНЬ напряжение, равное 0 на среднем контакте резистора R38 (УРОВЕНЬ).

2. При измерении напряжений на выводах транзисторов

У9-Т19, У9-МС3-1 и У9-МС3-2 переключатель ЗАПУСК поставьте в положения ЖДУЩ., ПАЗОВЫЙ.

- Notes. 1. When measuring voltages at the transistor leads, use the knob УРОВЕНЬ (LEVEL) to set zero voltage at the middle contact of resistor R38 (УРОВЕНЬ - LEVEL).
2. When measuring voltage at the leads of transistors У9-Т19, У9-МС3-1 and У9-МС3-2, turn the switch ЗАПУСК (TRIGGERING) to the positions ЖДУЩ. (TRIGGERED) and ПАЗОВЫЙ (SINGLE).

Таблица 6
Table 6

Величины напряжений на выводах транзисторов
платы усилителя "X" У11
Voltages at Transistor Leads of Horizontal
Amplifier Board У11

Выводы Leads	Напряжение, В Voltage, V							
	Номера транзисторов Transistor Nos							
	МС1-1	МС1-2	МС2-1	МС2-2	МС2-3	МС2-4	Т2	Т3
			I					
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	4	6,3	6,3
К	6,3	6,3	8	8	15	15	0	0

Продолжение табл. 6

Table 6 (continued)

Выводы Leads	Напряжение, В Voltage, V							
	Номера транзисторов Transistor Nos							
	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

Окончание табл. 6

Table 6 (end)

Выводы Leads	Напряжение, В Voltage, V							
	Номера транзисторов Transistor Nos							
	T16	T17	T21	T22	T23	T24	T25	T26
Э	0,65	0,65	0	I30	I30	0	I05	I05
Б	-0,1	-0,1	0,65	I30	I30	0,65	I05	I05
К	+6	+6	67	I05	I05	67	67	67

Таблица 7

Table 7

Величины напряжений на выводах транзисторов
платы стабилизатора У14

Voltages at Transistor Leads of Stabilizer
Board У14

Выводы Leads	Напряжение, В Voltage, V									
	Номера транзисторов Transistor Nos									
	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

Table 8

Величины напряжений на выводах транзисторов
блока питания

Voltages at Transistor Leads in Power Supply Unit

Выводы Leads	Напряжение, В Voltage, V							
	Номера транзисторов Transistor Nos							
	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

Table 9

Величины напряжений на выводах стабилитронов
 платы стабилизаторов УІ4
 Voltages at Zener Diode Leads in Stabilizer
 Board УІ4

Выводы Leads	Напряжение, В Voltage, V			
	Номера стабилитронов Zener diode Nos			
	Д5	Д6	Д9	ДІІ
+ (плюс)(plus)	0	0	-9,І	-5,8
- (минус)(minus)	0,58	9,І	0	0

Таблица І0

Table 10

Величины напряжений на микросхемах
 платы стабилизаторов УІ4
 Voltages at Microcircuits of Stabilizer
 Board УІ4

Выводы Leads	Напряжение, В Voltage, V				
	Номера микросхем Microcircuit Nos				
	МСІ	МС2	МС3	МС4	МС5
І	-5,8	-5,8	-5,8	-5,8	-5,8
5	-0,695	-0,67	-0,675	І,78	0,63
7	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8
9	-0,0І	-0,008	-0,0І2	-0,0І2	-0,0І2
І0	-0,0І5	-0,008	-0,0І5	-0,0І5	-0,0І5

Величины напряжений на выводах транзисторов
 высоковольтного блока питания У17
 Voltages at Transistor Leads in High-Voltage
 Power Unit У17

Выводы Leads	Напряжение, В Voltage, V					
	Номера транзисторов Transistor Nos					
	У17-Т1	У17-У2-Т1	У17-У2-Т2	У17-У2-Т3	У17-У3-Т1	У17-У3-Т2
Источник, Э Source, Э	-18,5	-20,5	0	-0,4	35	35
Затвор, Б Gate, Б	-18,6	-20,4	-0,4	+(1,5 ...2)	36	36
Сток, К Drain, К	0	-32,0	-20,4	-6,2	19	19

ФОРМЫ СИГНАЛОВ SIGNAL WAVEFORMS

Форма сигналов на элементах платы коммутатора У4

The form of signals at channel switch board У4

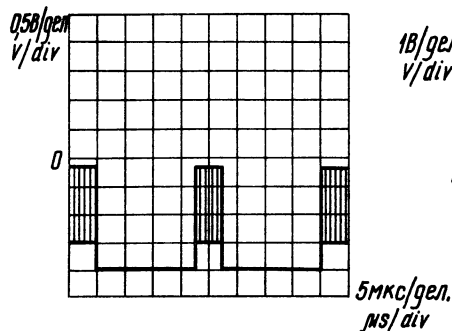


Рис. 1. Контакт 6 микросхемы MC2

Fig.1. Contact 6 of micro-circuit MC2

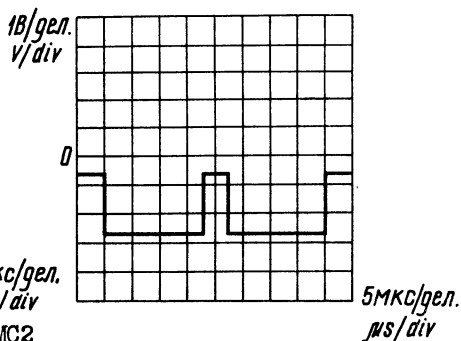


Рис. 2. Эмиттер транзистора Т22

Fig.2. Emitter of transistor T22

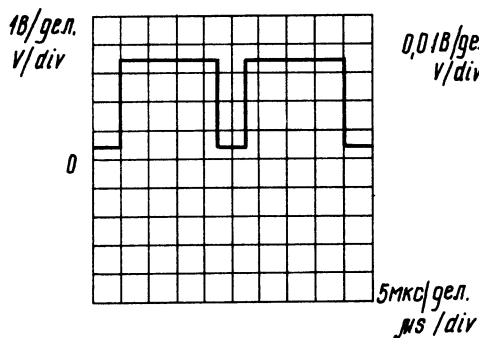


Рис. 3. Коллектор микросхемы MC1-2

Fig.3. Collector of micro-circuit MC1-2

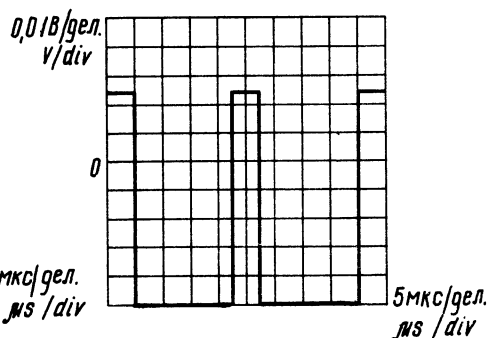


Рис. 4. База микросхемы MC1-1

Fig.4. Base of microcircuit MC1-1

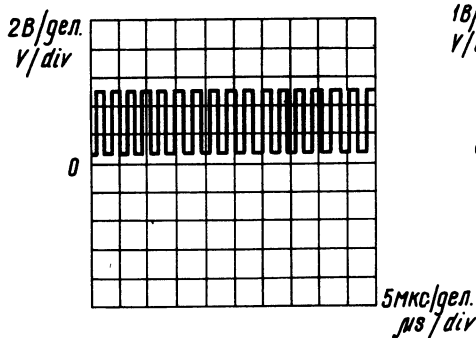


Рис. 5. Контакт I4 микросхемы MC3
Fig.5. Contact I4 of micro-circuit MC3

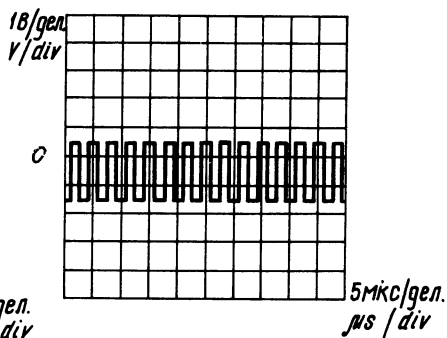


Рис. 6. Эмиттер транзистора T23
Fig.6. Emitter of transistor T23

Длительность развертки осциллографа CI-75 0,5 мкс/см
CI-75 Oscilloscope sweep length 0.5 microsec/cm

Форма сигналов на элементах платы генератора развертки Y9
The form of signals at elements of sweep generator board Y9

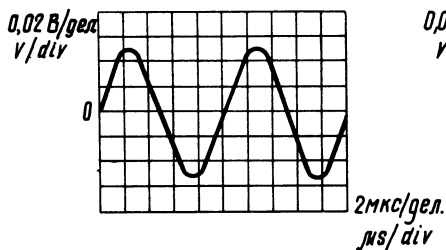


Рис. 7. База транзистора T2
Fig.7. Base of transistor T2

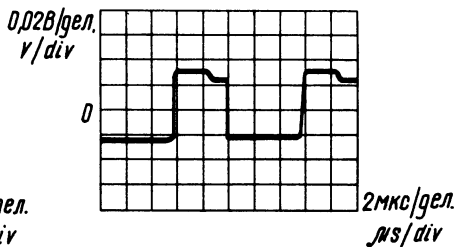


Рис. 8. Коллектор транзистора T7
Fig.8. Collector of transistor T7

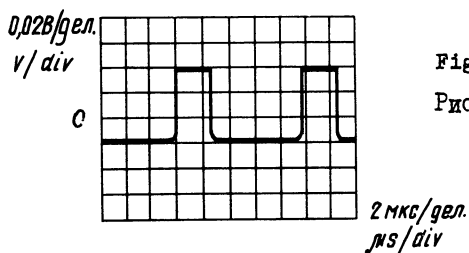


Fig.9. Collector of transistor T8
Рис. 9. Коллектор транзистора T8

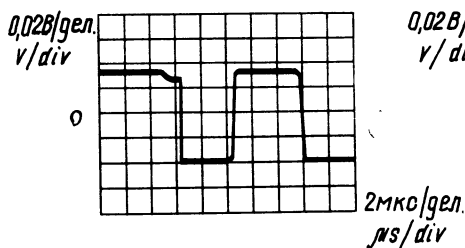


Рис. 10. Коллектор транзистора Т11
Fig.10. Collector of transistor T11

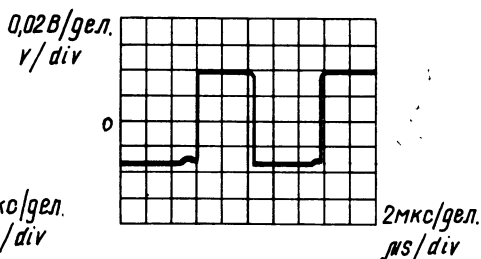


Рис. 11. Коллектор транзистора Т12
Fig.11. Collector of transistor T12

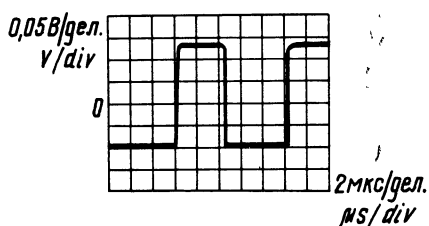


Рис. 12. База транзистора Т18
Fig.12. Base of transistor T18

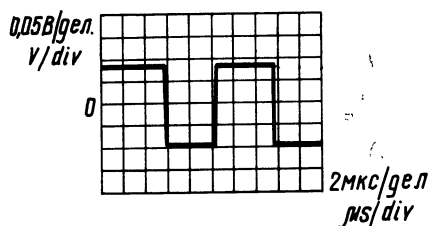


Рис. 13. База транзистора Т22
Fig.13. Base of transistor T22

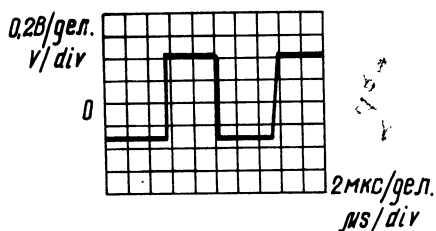


Рис. 14. Коллектор транзистора Т24
Fig.14. Collector of transistor T24

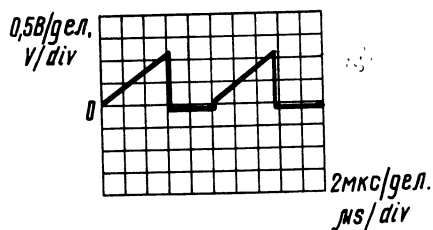


Рис. 15. Коллектор транзистора Т24
Fig.15. Collector of transistor T24

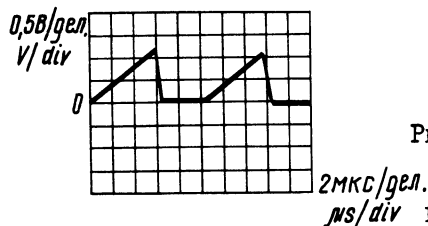


Рис. 16. Эмиттер транзистора МС3-4

Fig.16. Emitter of transistor MC3-4

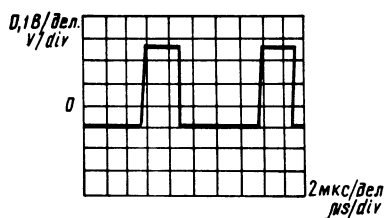


Рис. 17. Коллектор транзистора MC1-1
Fig.17. Collector of transistor MC1-1

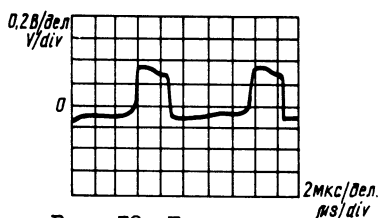


Рис. 18. База транзистора MC1-2
Fig.18. Base of transistor MC1-2

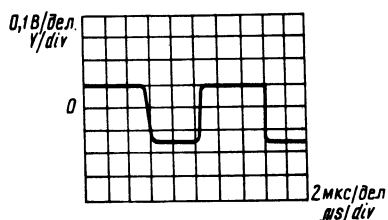


Рис. 19. Коллектор транзистора MC2-1
Fig.19. Collector of transistor MC2-1

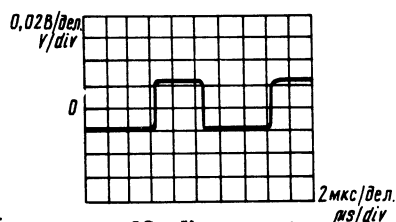


Рис. 20. Коллектор транзистора MC2-3
Fig.20. Collector of transistor MC2-3

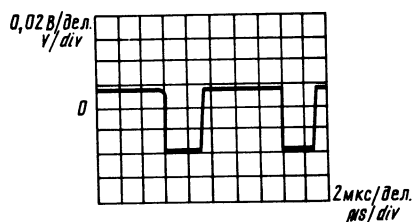


Рис. 21. База транзистора T13
Fig.21. Base of transistor T13

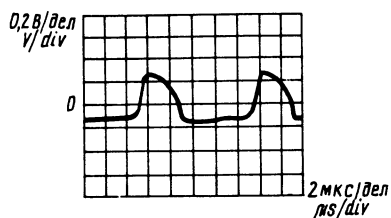


Рис. 22. База транзистора T31
Fig.22. Base of transistor T31

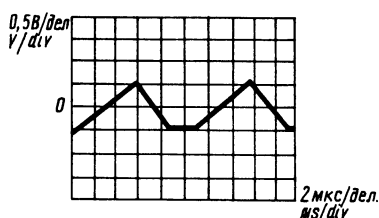


Fig.23. Emitter of transistor MC4-1

Рис. 23. Эмиттер транзистора MC4-1

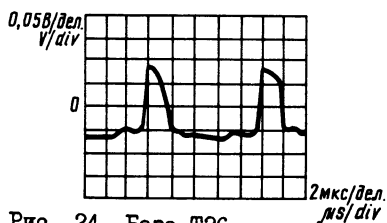


Рис. 24. База T26

Fig.24. Base of T26

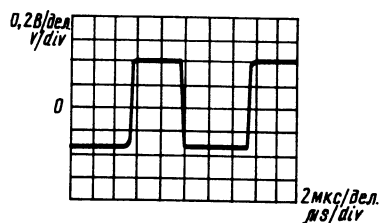


Рис. 25. Эмиттер транзистора T33

Fig.25. Emitter of transistor T33

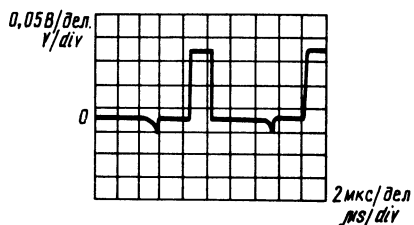


Рис. 26. База транзистора MC4-2

Fig.26. Base of transistor MC4-2

Форма сигналов на элементах платы калибратора YI2

The form of signals at elements of calibrator

board YI2

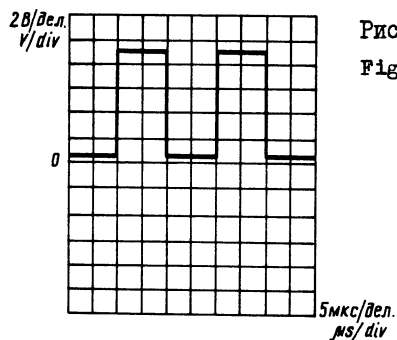


Рис. 27. Коллектор транзистора MC1-1

Fig.27. Collector of transistor MC1-1

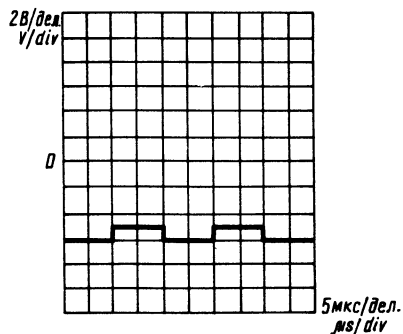


Рис. 28. База транзистора MC1-3

Fig.28. Base of transistor MC1-3

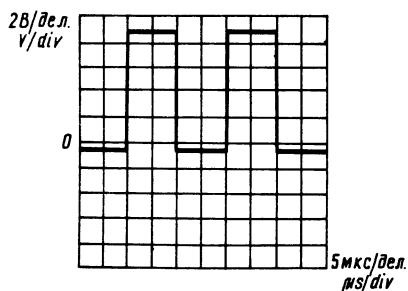


Рис. 29. Коллектор транзистора МС1-3
Fig.29. Collector of transistor MC1-3

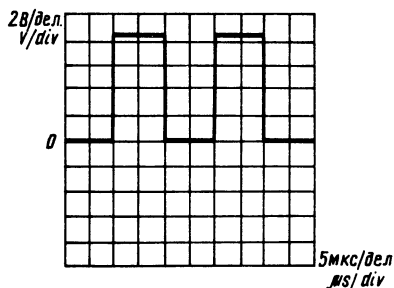


Рис. 30. Эмиттер транзистора МС1-4
Fig.30. Emitter of transistor MC1-4

Форма сигналов на элементах платы генератора импульсов

У16

The form of signals at elements of signal generator board У16

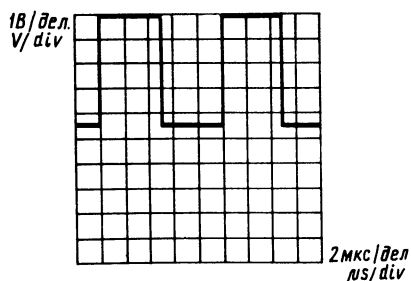


Рис. 31. База транзистора Т6
Fig.31. Base of transistor T6

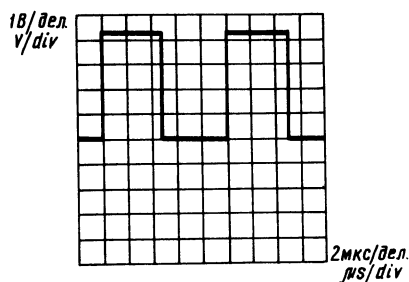


Рис. 32. База транзистора Т2
Fig.32. Base of transistor T2

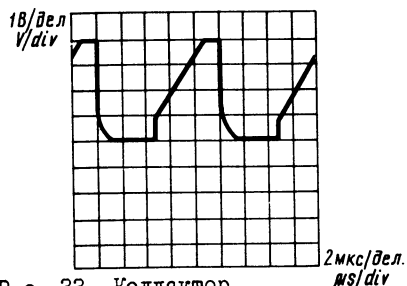


Рис. 33. Коллектор транзистора Т2
Fig.33. Collector of transistor T2

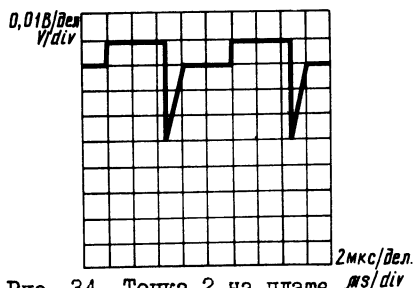


Рис. 34. Точка 2 на плате
Fig.34. Point 2 on printed-circuit board

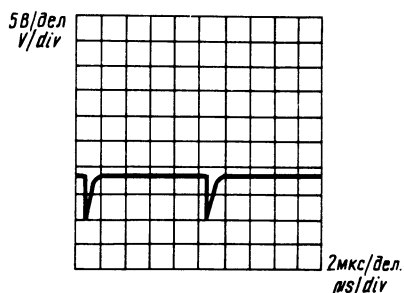


Рис. 36. Коллектор транзистора Т1
Fig.36. Collector of transistor T1

APPENDIX 4

The layout of elements

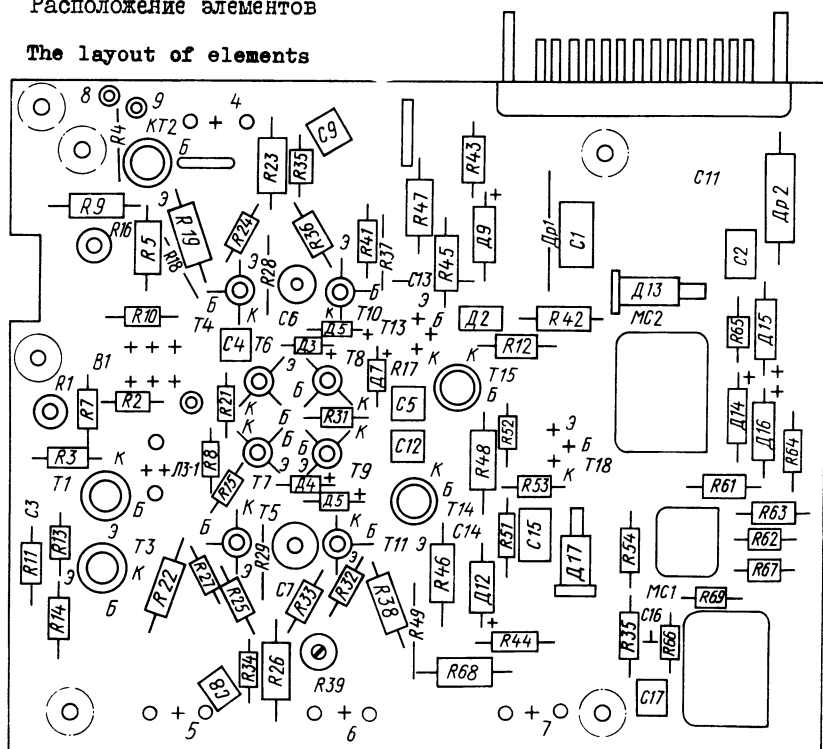


Fig.1. Layout of elements on face side of channel switch board

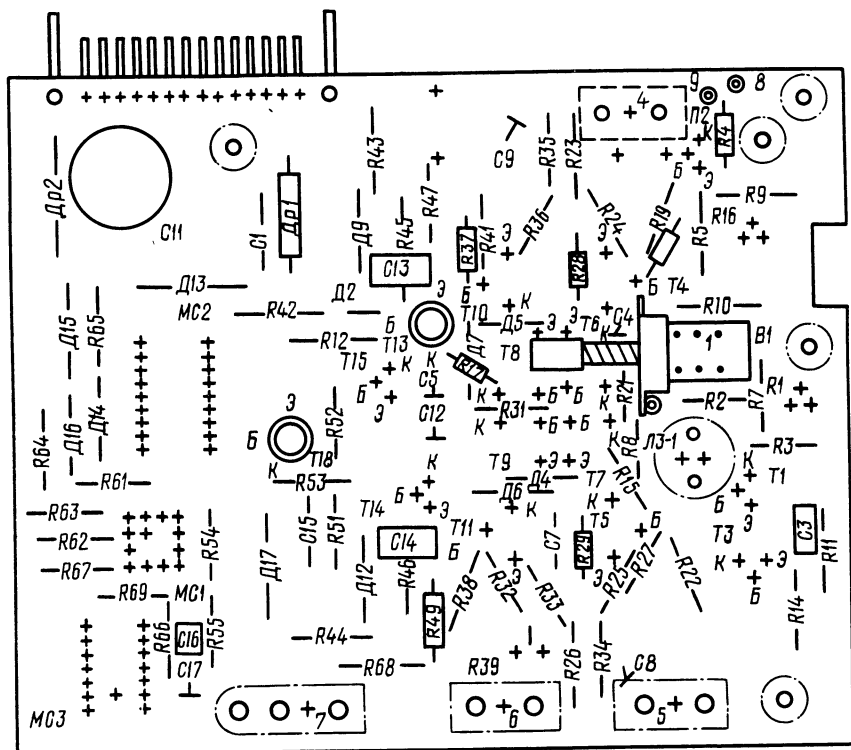


Рис. 2. Расположение элементов на обратной стороне платы коммутатора

Fig.2. Layout of elements on back side of channel switch board

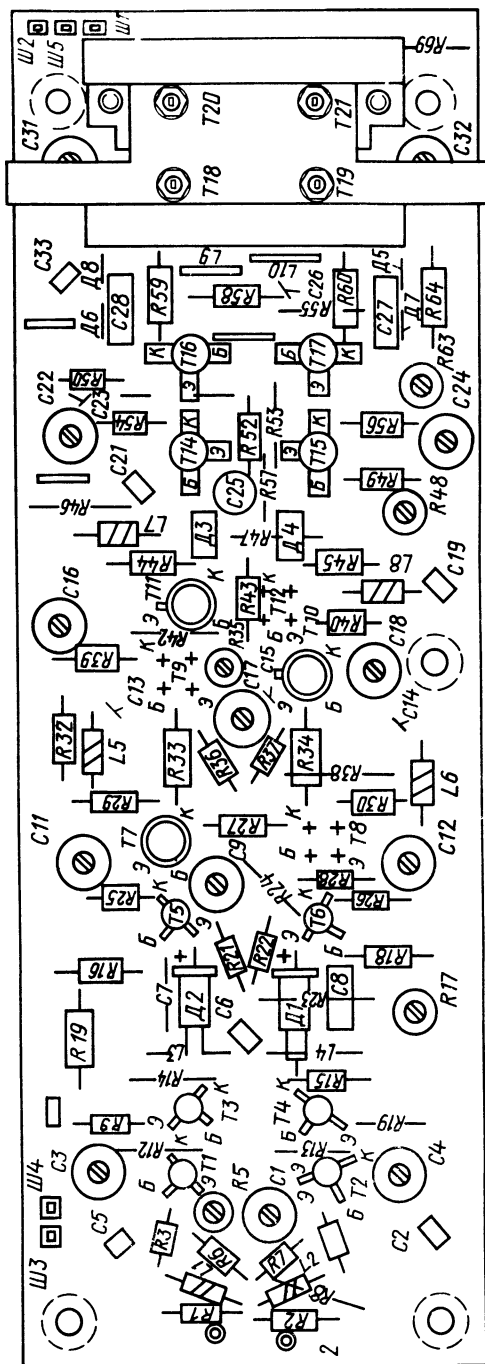


Рис. 3. Расположение элементов на лицевой стороне платы усилителя вертикального отклонения

Fig.3. Layout of elements on face side of vertical amplifier board

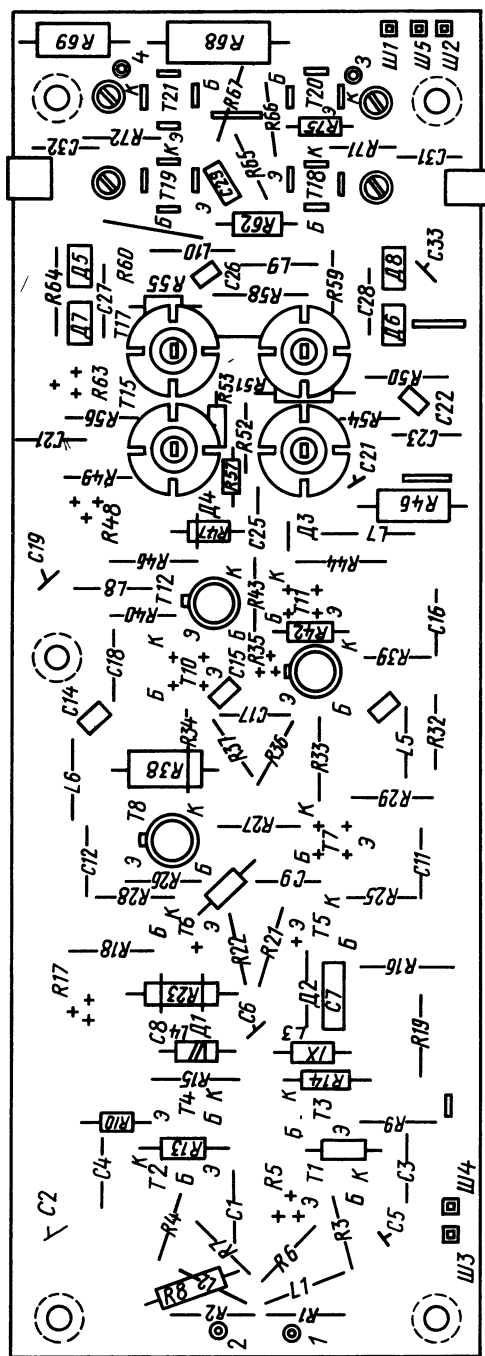


Рис. 4. Расположение элементов на обратной стороне платы усилителя вертикального отклонения

Fig.4. Layout of elements on back side of vertical amplifier board

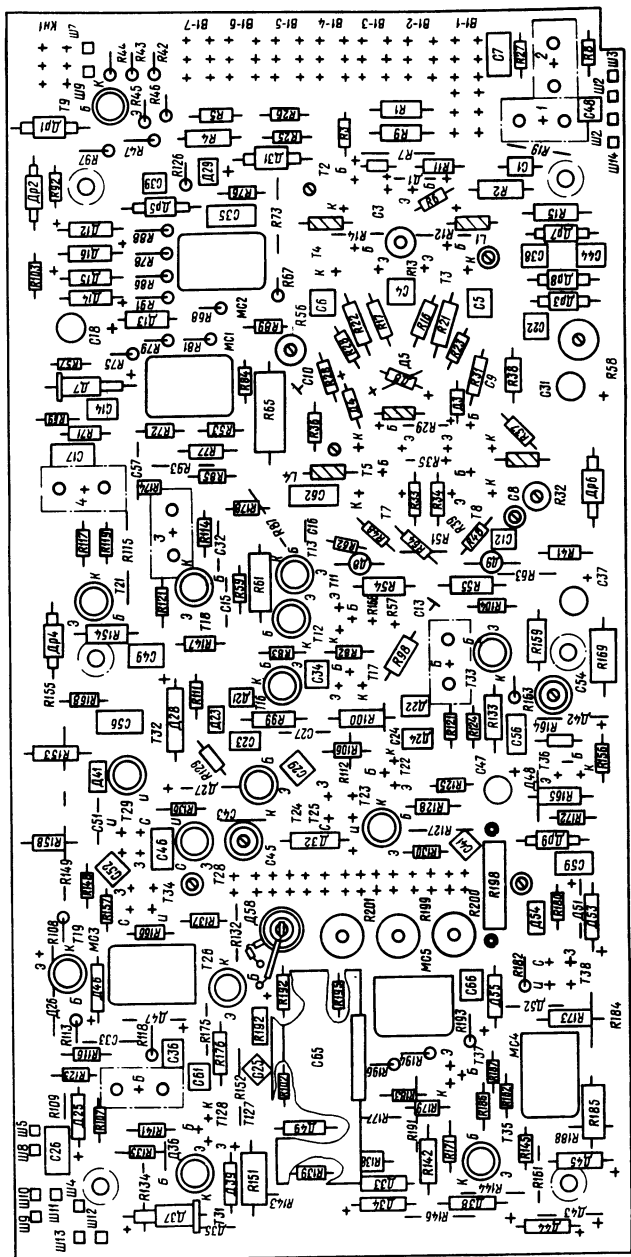


Рис. 5. Расположение элементов на лицевой стороне платы генератора развертки
Fig.5. Layout of elements on face side of sweep generator board

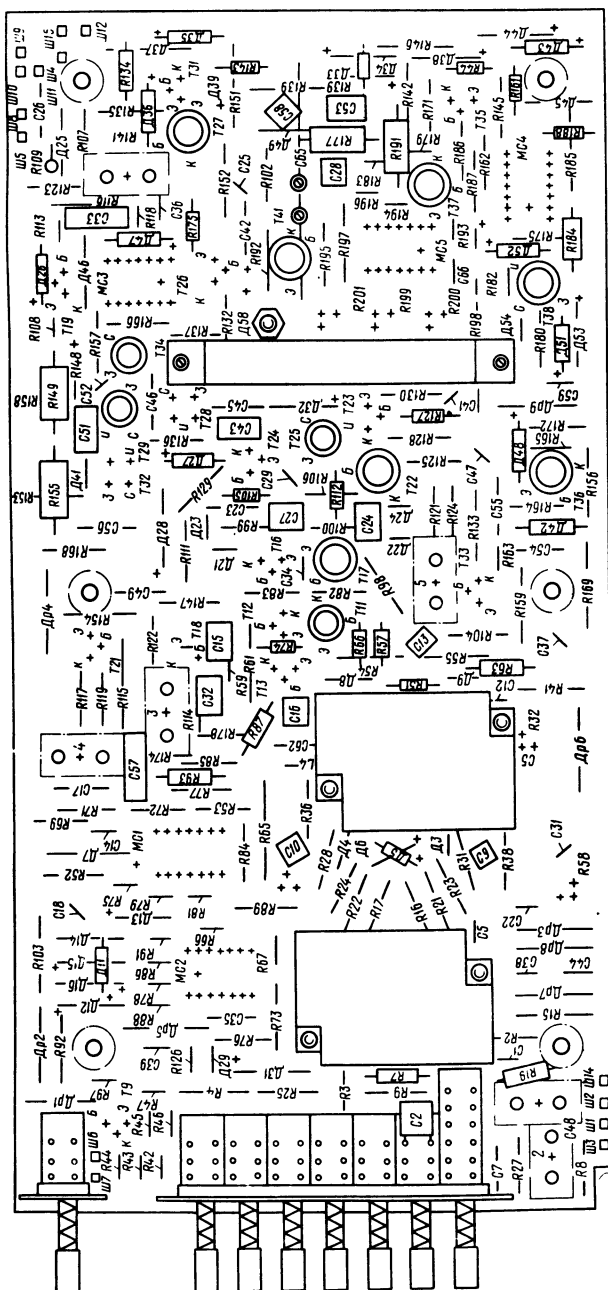


Рис. 6. Расположение элементов на обратной стороне платы генератора развертки
Fig.6. Layout of elements on back side of sweep generator board

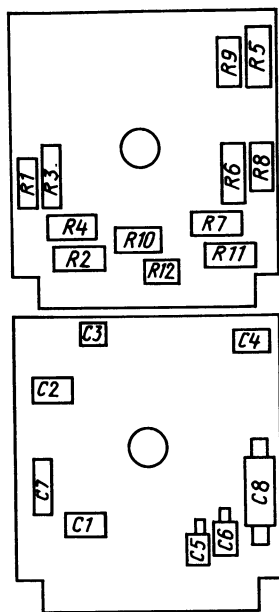


Рис. 7. Расположение элементов на плате
переключателя развертки

Fig.7. Layout of elements on sweep switch board

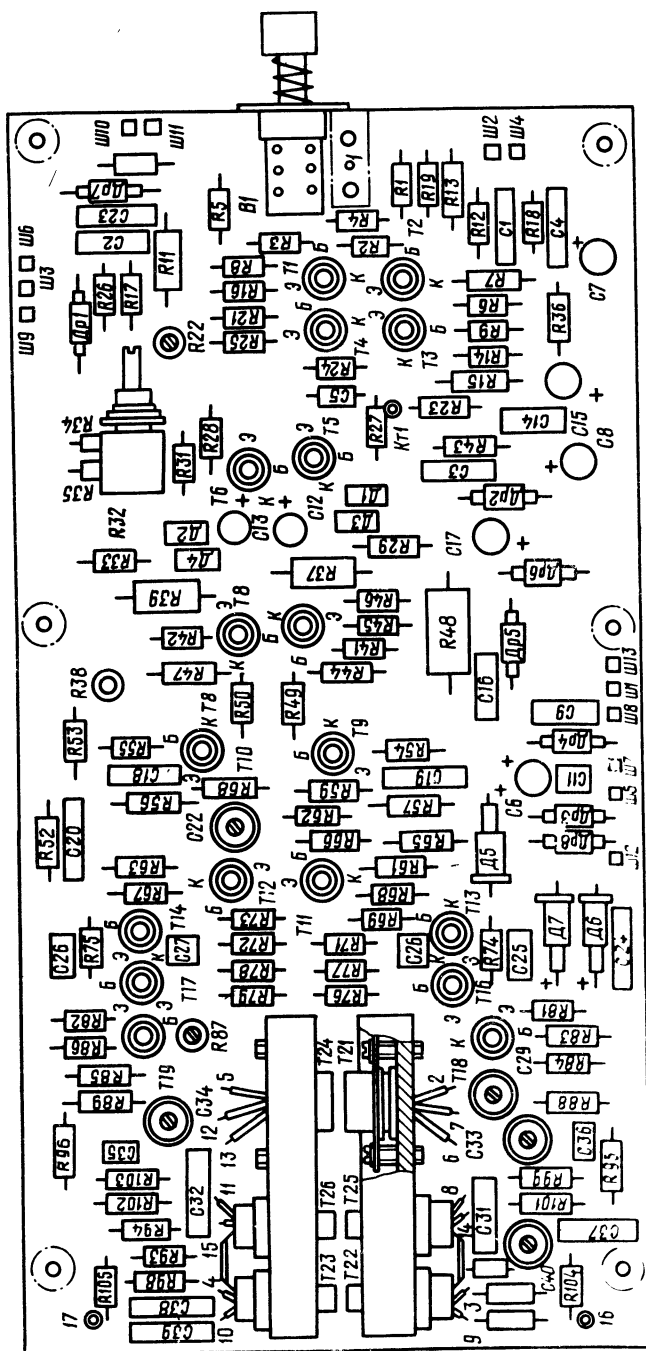


Рис. 8. Расположение элементов на плате усилителя X

Fig.8. Layout of elements on X amplifier board

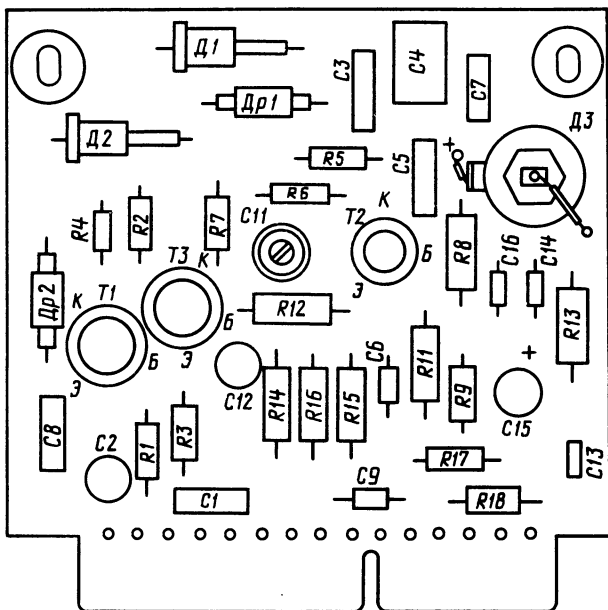


Рис. 9. Расположение элементов на плате
усилителя импульсов подсвета

Fig.9. Layout of elements on illumination pulse amplifier
board

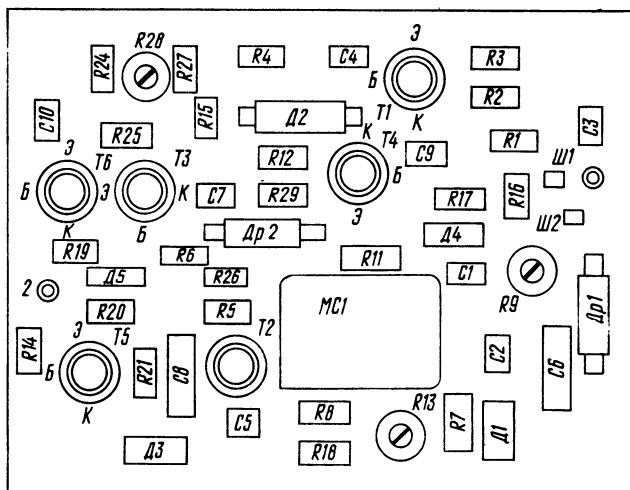


Рис. 10. Расположение элементов на плате
генератора импульсов

Fig.10. Layout of elements on pulse generator board

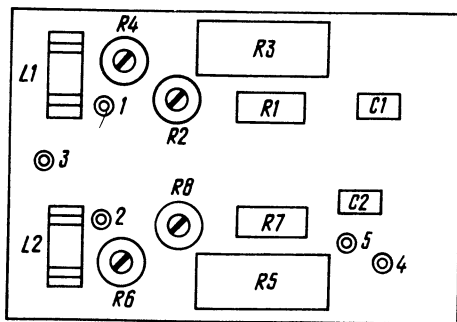


Рис. II. Расположение элементов
на плате нагрузки

Fig.11. Layout of elements
on load board

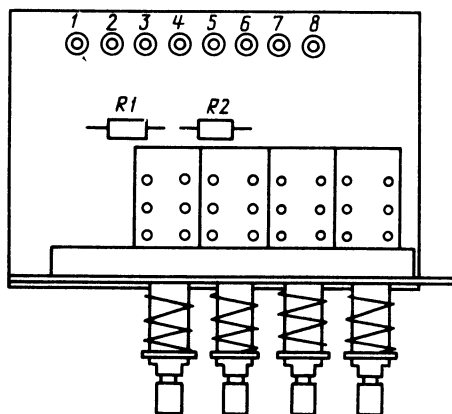


Рис. 12. Расположение элементов на плате управления коммутаторов

Fig.12. Layout of elements
on channel switch control
board

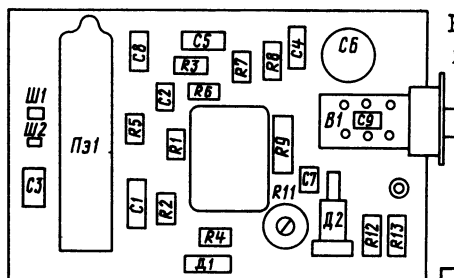


Рис. 13. Расположение элементов на плате калибратора

Fig.13. Layout of elements
on calibrator board

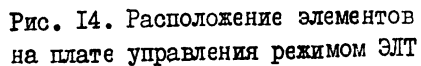
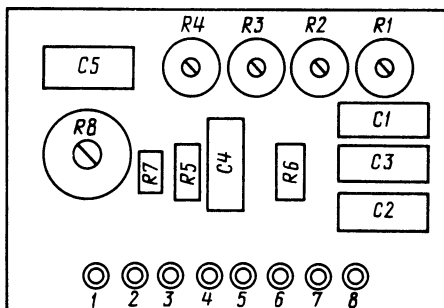


Fig.14. Layout of elements
on c.r.t.control board



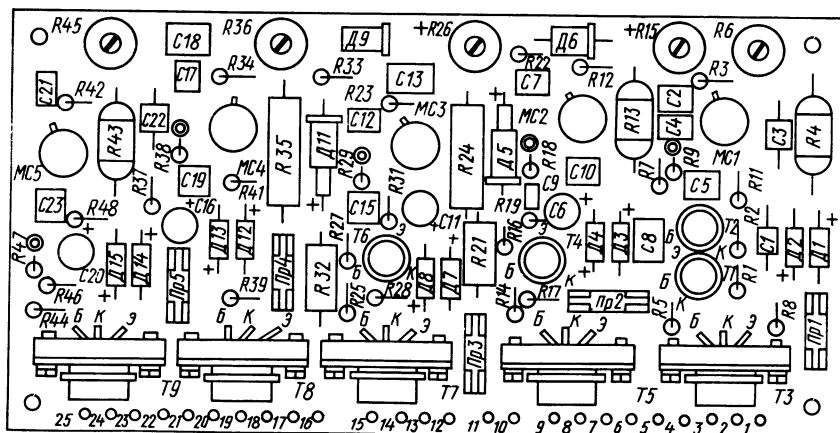


Рис. 15. Расположение элементов на плате стабилизаторов

Fig.15. Layout of elements on stabilizers board

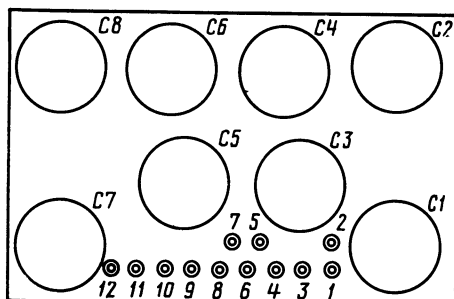


Рис. 16. Расположение элементов на плате конденсаторов

Fig.16. Layout of elements on capacitors board

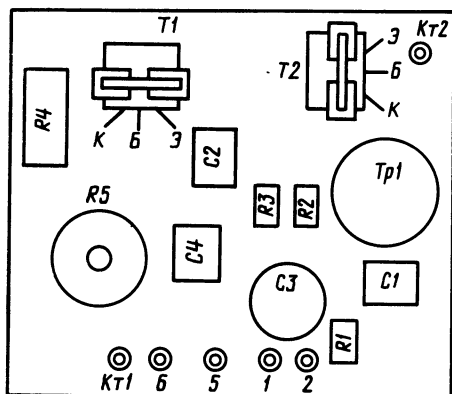


Рис. 17. Расположение элементов на плате преобразователя.

Fig.17. Layout of elements on converter board

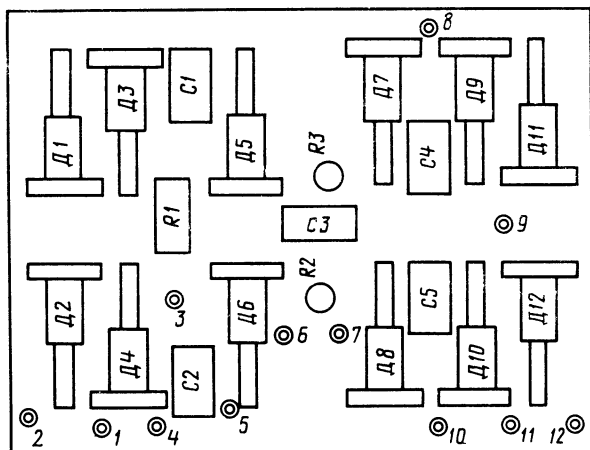


Рис. 18. Расположение элементов на плате мостов

Fig.18. Layout of elements on bridges board

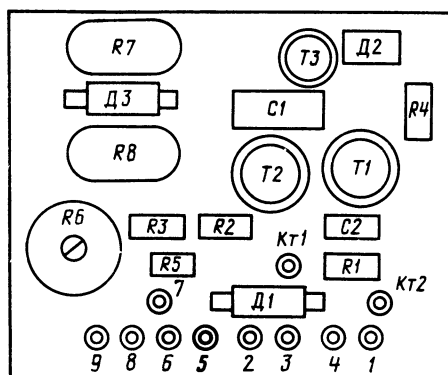


Рис. 19. Расположение элементов на плате стабилизатора

Fig.19. Layout of elements on stabilizer board

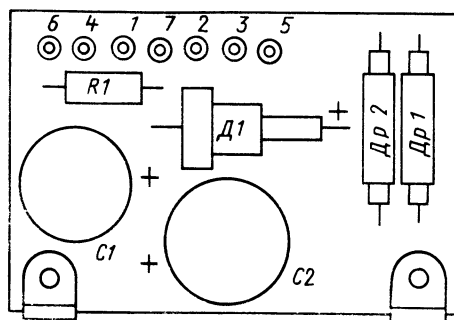


Рис. 20. Расположение элементов на плате фильтров

Fig.20. Layout of elements on filters board

СХЕМЫ

ПРИНЦИПИАЛЬНЫЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ С ПЕРЕЧНЯМИ ЭЛЕМЕНТОВ
CIRCUIT DIAGRAMS WITH LISTS OF ELEMENTSПеречень навесных элементов по всем схемам
List of Mounted Elements in All Circuits

Зона	Позиция, обозначение	Наименование	Коли- чество	Примеча- ние
Zone	Symbol in diagram	Description	Qty	Remarks

Резисторы:

Resistors

C4	RI	СПЗ-9а-16-10 $\kappa\Omega \pm 20\%$	I
B4	R2	СПЗ-9а-16-10 $\kappa\Omega \pm 20\%$	I
F8	RI6	ППЗ-47 $\frac{2,2 \kappa\Omega \pm 10\%}{2,2 \kappa\Omega \pm 10\%}$	I
F8	RI8	ППЗ-47 $\frac{470 \Omega \pm 10\%}{470 \Omega \pm 10\%}$	I
F8	RI9	ОМЛТ-0,5-620 $\Omega \pm 10\%$	I
F8	R22	ОМЛТ-0,5-620 $\Omega \pm 10\%$	I
F8	R23	ППЗ-47 $\frac{470 \Omega \pm 10\%}{470 \Omega \pm 10\%}$	I
G7	R24	ОМЛТ-0,5-100 $\kappa\Omega \pm 10\%$	I
G7	R25	ОМЛТ-0,5-20 $\kappa\Omega \pm 10\%$	I
F7	R26	ОМЛТ-0,5-1 $M\Omega \pm 10\%$	I
G7	R27, R28	ОМЛТ-2-1,2 $M\Omega \pm 10\%$	2
G7	R29, R30	ОМЛТ-2-1,3 $M\Omega \pm 10\%$	2
G7	R32, R33	ПСП-I-I-A-I $M\Omega \pm 30\%$ OC-3-20	2
G7	R34	СПЗ-9а-16-680 $\kappa\Omega \pm 30\%$	I
G7	R35	ОМЛТ-0,25-680 $\kappa\Omega \pm 10\%$	I
II0	R38	ПСП-I-I-A-220 $\kappa\Omega \pm 20\%$ OC-3-20	I
III	R39	СПЗ-9а-16-10 $\kappa\Omega \pm 20\%$	I
NI6	R43	СПЗ-10а-20-гр. I $\frac{A-1B \Gamma - 10C \kappa\Omega \pm 10\%}{A-2B \Gamma - 100 \kappa\Omega \pm 10\%}$	I
Q20	R46	ОМЛТ-2-68 $\Omega \pm 10\%$	I

Продолжение

Continued

Зона	Позиция, обозначение	Наименование	Количес- тво	Приме- чание
Zone	Symbol in diag- ram	Description	Qty	Remarks

Резисторы:

Resistors

Q20	R47	OMIT-0,5-3,9 кОм±10%	I
Q19	R48	OMIT-0,5-3,6 кОм±10%	I
Q19	R49	OMIT-2-100 Ом±10%	I
Q19	R50	OMIT-0,5-6,8 кОм±10%	I
Q19	R51	СПЗ-9а-16-100 кОм±20%	I
Q19	R52	ППЗ-40-100 Ом 10%	I
R21	R54	OMIT-0,5-75 Ом±5%	I
R21	R55	OMIT-0,125-24 Ом±10%	I
R21	R56	C2-10-0,125-39,2 Ом±1%	I

Конденсаторы:

Capacitors:

D6	C1	BI4	I
E5	C2	BI4	I
D5	C3, C4	BI4	2
F8	C7	KI5-5-H70-3кВ-3300 пФ	I
F7	C8, C9	KI5-5-H70-6,3кВ-4700 пФ	2
G7	C11, C12	KI5-5-H70-1,6кВ-2200 пФ	2
Q20	C13, C14	K50-3Б-300-50	2
P20	C15	K50-3Б-250-50	I
Q20	C16, C17	K50-3Б-160-200	2
Q20	C18	KM-56-H90-0,15 мкФ изолированный insulated	I
Q20	C19	K50-3Б-50-2000	I
Q19	C20	KM-56-H90-0,15 мкФ изолированный insulated	I

Зона	Позиция, обозначение	Наименование	Количес- тво	Приме- чание
Zone	Symbol in diag- ram	Description	Qty	Remarks

Конденсаторы:
Capacitors:

Q19	C22, C23	K50-3Б-50-2000	2	
Q19	C24	K50-3Б-250-50	1	
Q19	C25	KM-56-H90-0,15 мкФ изолированный insulated	1	
Q19	C26	K50-3Б-50-2000	1	
R21	C27	КПФ1 0,25/2	1	
F8	L1	Катушка индуктивности Inductance coil	1	
F8	L2, L3	Катушка индуктивности Inductance coil	2	
D5, N15	B4	Переключатель П2К Switch П2К	1	
LI4	B5	Микропереключатель МП5 Microswitch МП5	1	
Q20	B6	Переключатель ЦДМ2-1 Switch ЦДМ2-1	1	
Q20	B7, B8	Микротумблер МТ3 Toggle microswitch МТ3	2	
R22	B9	Переключатель П2К Switch П2К	1	
P20	Гн1... Гн4	Гнездо штепсельное ГШО-1 Socket ГШО-1	4	

Продолжение

Continued

Зона	Позиция, обозначение	Наименование	Количество во	Примечание
Zone	Symbol in diagram	Description	Qty	Remarks
PI9	Гн5, Гн6	Гнездо штепсельное ГПО-I Socket ГПО-1	2	
R22	Гн8, Гн9	Гнездо Jack	2	
Q20	ДI	Стабилитрон Д8I7B Zener diode Д8I7B	I	
Q20	Д2...Д5	Диод 2Д202B Diode 2Д202B	4	
Q20	Д6	Стабилитрон Д8I5Ж Zener diode Д8I5Ж	I	
QI9	Д7...ДI0	Диод 2Д202B Diode 2Д202B	4	
QI9	ДИI	Стабилитрон Д8I7Б Zener diode Д8I7Б	I	
QI9	ДИ2... ДИ5	Диод 2Д202B Diode 2Д202B	4	
R2I	ДИ8	Туннельный диод ИИ308Ж Tunnel diode ИИ308Ж	I	

Продолжение
Continued

Зона Zone	Позиция, обозначение Symbol in diagram	Наименование Description	Количество Qty	Примечание Remarks
QI9	Др.1, Др.2	Дроссель высокочастотный ДМ-0,4-100±5% High-frequency choke ДМ-0.4-100±5%	2	
PI9	ИП	Электрохимический счетчик машинного времени ЭСВ-2,5-12,6 Electrochemical operation time meter ЭСВ-2.5-12.6	I	
A2	Кл.1	Зажим Terminal	I	
PI9	Кл.2	Зажим Terminal	I	
G7	Л1	Электроннолучевая трубка 13Л0105М Cathode-ray tube 13Л0105М	I	
HI0, MI5	Л2, Л3	Лампа ИНС-1 Cathode-ray tube ИНС-1	2	
QI9	Л5...Л8	Лампа СМН 10-55-2 Lamp СМН 10-55-2	4	

Продолжение
Continued

Зона	Позиция, обозначение	Наименование	Количество в	Примечание
Zone	Symbol in diagram	Description	Qty	Remarks
D6, E6	LzI	Линия задержки Delay line	I	
QI9	MI	Электродвигатель ДПМ-25-Н1-04 Electric motor ДПМ-25-Н1-04	I	
		Предохранители: Fuses:		
Q 20	ПрI	ВНП-I 3,0 А	I	
Q I9	Пр2	ВНП-I 1,0 А	I	
		Транзисторы: Transistors:		
G8	TI, T2	2Т914	2	
F8	T3	2Т602Б	I	
Q20	T7	2Т808А	I	
Q20	T8, T9	П702	2	
QI9	TI0	П702	I	
QI9	TI2	П306А	I	
QI9	TI3	П702	I	
QI9	TI4	2Т602Б	I	
QI9, Q20	TrI	Трансформатор Transformer	I	
A2	III, III2	Розетка приборно-кабельная CP-50-83П Instrument cable socket CP-50-83П	2	

Продолжение

Continued

Зона	Позиция, обозначение	Наименование	Количество в	Примечание
Zone	Symbol in diagram	Description	Qty	Remarks
C4	III3, III4	Розетка РГН-I-I Socket РГН-1-1	2	
B4	III5	Розетка МРН14-I Socket МРН14-1	1	
D6	III8	Контакт Contact	1	
D5	III10, III11	Контакт Contact	2	
E5	III9, III12, III13	Контакт Contact	3	
G8	III7	Розетка МРН14-I Socket МРН14-1	1	
F7	III18	Корпус Case	1	
G7	III19	Корпус Case	1	
F 7	III20, III22, III24	Контакт Contact	3	
G 7	III21, III23, III25	Контакт Contact	3	
F 7	III26	Контакт Contact	1	

Зона	Позиция, обозначение	Наименование	Количество в	Примечание
Zone	Symbol in diagram	Description	Qty	Remarks
I IO	И28...И30	Контакт Contact	3	
Н10	И31	Розетка МРН8-1 Socket МРН8-1	1	
Н9	И32, И33	Контакт Contact	2	
Н10	И34	Розетка приборно-кабельная CP-50-83II Instrument cable socket CP-50-83II	1	
К12	И35	Розетка приборно-кабельная CP-50-83II Instrument cable socket CP-50-83II	1	
111	И36	Контакт Contact	1	
Н16	И38	Розетка МРН8-1 Socket МРН8-1	1	
М16	И39	Розетка МРН8-1 Socket МРН8-1	1	
Н15	И41	Контакт Contact	1	

Продолжение

Continued

Зона Zone	Позиция, обозначение Symbol in diagram	Наименование Description	Коли- чест- во Qty	Приме- чание Re- marks
MI5	III42	Контакт Contact	I	
OI8	III45	Контакт Contact	I	
OI7	III46	Контакт Contact	I	
OI7	III47	Розетка приборная CP-50-73Ф Instrument socket CP-50-73Ф	I	
Q 20	III50	Вилка 2PMI8Б7 IIIIBI Plug 2PMI8Б7 IIIIBI	I	
PI9	III5I	Розетка РТИН-I-3 Socket РТИН-1-3	I	
PI9	III52	Вилка РИИ2Н-I-I7 Plug РИИ2Н-1-17	I	
Q I9	III53	Вилка РИИ2Н-I-23 Plug РИИ2Н-1-23	I	
R22	III55, III56	Контакт Contact	2	
R2I	III57	Разъем Connector	I	

Продолжение

Continued

ПЕРЕЧЕНЬ

элементов к схеме принципиальной электрической
входных делителей (Рис.1)

LIST

of Elements for Circuit Diagram of Input Dividers (Fig.1)

Зона	Позиция, обозначе- ние	Наименование	Коли- чество	Примеча- ние
Zone	Symbol in diagram	Description	Qty	Remarks
AI		Аттенуатор Attenuator	2	Y1, Y2
		Резисторы: Resistors:		
A2	RI	C2-I0-0,25-I50 $0m \pm 0,5\%$	I	
A2	R2	C2-I0-0,25-37,4 $0m \pm 0,5\%$	I	
A2	R3...R5	C2-I0-0,25-I50 $0m \pm 0,5\%$	3	
A2	R6	C2-I0-0,125-I20 $0m \pm 0,5\%$	I	
A2	R7	C2-I0-0,125-75 $0m \pm 0,5\%$	I	
AI	R8	C2-I0-0,125-6I,2 $0m \pm 0,5\%$	I	
AI	R9	C2-I0-0,125-249 $0m \pm 0,5\%$	I	
AI	R10	C2-I0-0,125-6I,2 $0m \pm 0,5\%$	I	
A2	BI	Переключатель Switch	I	

ПЕРЕЧЕНЬ
элементов к схеме коммутатора (Рис.2)

Продолжение
Continued

LIST
of Elements for Switch Circuit (Fig.2)

Зона	Позиция, обозначение	Наименование	Количество	Примечание
Zone	Symbol in diagram	Description	Qty	Remarks

Плата управления коммутатором
6.692.288
Switch control board 6.692.288

I J3

Резисторы:

Resistors:

C3	RI	ОМЛТ-0,125-1,5 кОм±10%	I	
C4	R2	ОМЛТ-0,125-2,4 кОм±10%	I	
C3	BI	Переключатель П2К Switch П2К	I	
		Плата коммутатора 6.692.289 Switch board 6.692.289	I	Y4

Резисторы:

Resistors:

C4	RI	СПЗ-19а-680 Ом±20%	I	
B4	R2	СПЗ-19а-10 кОм±20%	I	
C4	R3	ОМЛТ-0,25-2 кОм±10%	I	
B4	R4	ОМЛТ-0,125-75 Ом±5%	I	
B4	R5	ОМЛТ-0,25-3,3 кОм±10%	I	
C4	R6	C2-10-0,125-75 Ом±1%	I	
B4	R8	ОМЛТ-0,25-1 кОм±10%	I	
C4	R9	C2-10-0,25-442 Ом±1%	I	
C4	RII	ОМЛТ-0,125-33 Ом±5%	I	
C4	RI3	ОМЛТ-0,125-75 Ом±5%	I	

Зона	Позиция, обозначение	Наименование	Количество	Примечание
Zone	Symbol in diagram	Description	Qty	Remarks

Резисторы:
Resistors:

B4	RI4	OMTT-0,125-68 Ом $\pm$ 10%	I	
B4	RI5	C2-10-0,25-750 Ом $\pm$ 1%	I	
C4	RI6, RI7	C2-10-0,25-1,5 кОм $\pm$ 1%	2	
B4	RI8	OMTT-0,125-43 Ом $\pm$ 10%	I	
C4	RI9	C2-26-0,5-825 Ом $\pm$ 2%	I	
B4	R23	C2-10-0,25-750 Ом $\pm$ 1%	I	
B4	R24	OMTT-0,5-68 Ом $\pm$ 10%	I	
C4	R25	C2-10-0,25-1 кОм $\pm$ 1%	I	
C4	R26	OMTT-0,5-300 Ом $\pm$ 10%	I	
C4	R27	СПЗ-19а-10 кОм $\pm$ 20%	I	
B4	R28	C2-10-0,125-75 Ом $\pm$ 0,5%	I	
C4	R29	OMTT-0,125-20 кОм $\pm$ 10%	I	
C4	R31	OMTT-0,125-43 Ом $\pm$ 10%	I	
C4	R32	C2-26-0,5-49,9 Ом $\pm$ 0,5%	I	
B4	R33	C2-26-0,5-49,9 Ом $\pm$ 0,5%	I	
B4	R34	C2-10-0,125-75 Ом $\pm$ 0,5%	I	
C4	R35	C2-26-0,5-619 Ом $\pm$ 2%	I	
C4	R36	C2-10-0,125-21,5 Ом $\pm$ 0,5%	I	
B4	R37	C2-10-0,125-21,5 Ом $\pm$ 0,5%	I	
B4	R38	C2-26-0,5-619 Ом $\pm$ 2%	I	
B4	R39	OMTT-0,125-20 кОм $\pm$ 10%	I	
C4	R40	СПЗ-19а-1 кОм $\pm$ 20%	I	
B4	R41	СПЗ-19а-10 кОм $\pm$ 20%	I	
B4	R42	OMTT-0,125-100 Ом $\pm$ 10%	I	
B4	R43	СПЗ-19а-1 кОм $\pm$ 20%	I	
C4	R44	OMTT-0,125-39 Ом $\pm$ 10%	I	
C4	R45	C2-10-0,125-21,5 Ом $\pm$ 0,5%	I	
B4	R46	C2-10-0,125-21,5 Ом $\pm$ 0,5%	I	

Продолжение
Continued

Зона	Позиция, обозначение	Наименование	Количество	Примечание
Zone	Symbol in diagram	Description	Qty	Remarks

Конденсаторы:
Capacitors:

C4	CI	КМ-56-Н90-0,015 мкФ изолированный insulated	I
B4	C2, C3	К50-6-I-25В-10 мкФ	2
C4	C4	КМ-6-Н90-0,33 мкФ	I
C4	C5	КД-I-MI300-36 пФ+10%-3	I
C4	C6	КМ-6-Н90-0,33 мкФ	I
B4	C7	КД-I-M75-10 пФ+10%-3	I
C4	C8	КМ-56-Н90-0,033 мкФ изолированный insulated	I
C4	C9	КМ-56-Н90-0,015 мкФ изолированный insulated	I
C4	CI0	КТ4-2I6-3/I5 пФ	I
B4	CI1	КТ4-2I6-3/I5 пФ	I
C4	CI2	КД-I-M75-10 пФ+10%-3	I
B4	CI3	КД-I-M75-10 пФ+10%-3	I
C4	CI4	КД-I-M75-3,3 пФ+0,4-3	I
B4	CI5	КД-I-M75-3,3 пФ+0,4-3	I
C3	CI6	КМ-56-Н90-0,1 мкФ изолированный insulated	I
B3	CI7	КМ-56-Н90-0,015 мкФ изолированный insulated	I
B3	C2I	КМ-6-Н90-0,33 мкФ	I

Продолжение
Continued

Зона	Позиция, обозначение	Наименование	Количество	Примечание
Zone	Symbol in diagram	Description	Qty	Remarks

Конденсаторы:
Capacitors:

B3	C22	KM-56-H90-0,15 мкФ изолированный insulated	I	
B3	C23	KM-6-H90-0,33 мкФ	I	
C3	C24, C25	KM-56-M75-82 пФ ±10% изолированный insulated	2	
C3	C26	KM-56-H90-0,015 мкФ изолированный insulated	I	
B3	C27	KM-56-H90-0,015 мкФ изолированный insulated	I	
C4	В1	Переключатель П2К Switch П2К	I	
C4	Д1	Диод 2Д503Б Diode 2Д503Б	I	
C4	Д2...Д4	Стабилитрон 2С175А Zener diode 2С175А	3	
C4	Д5	Стабилитрон 2С162А Zener diode 2С162А	I	
C4	Д6	Диод 2Д503Б Diode 2Д503Б	I	
B4	Д7	Диод 2Д503Б Diode 2Д503Б	I	

Зона Zone	Позиция, обозначение Symbol, in diagram	Наименование Description	Количество Qty	Примечание Remarks
B4	Д9	Стабилитрон 2С119А Zener diode 2C119A	I	
С3	Д12	Стабилитрон 2С139А Zener diode 2C139A	I	
B3	Д13...Д15	Диод 2Д503Б Diode 2Д503Б	3	
B3	Д16	Стабилитрон 2С156А Zener diode 2C156A	I	
С4	ДС1	Диодная сборка 2ДС523А Diode configuration 2ДС523А	I	
B4	ДС2	Диодная сборка 2ДС523А Diode configuration 2ДС523А	I	
B4	Др.1, Др.2	Дроссель высокочастотный ДМ-0,2-60±5% R.f. choke ДМ-0.2-60±5%	2	
B3	МС1	Микросхема ИНТ591Г Microcircuit ИНТ591Г	I	
B3	МС2	Микросхема 2ТК231 Microcircuit 2ТК231	I	
С3	МС3	Микросхема 2ГФ181 Microcircuit 2ГФ181	I	

Продолжение

Continued

Зона	Позиция, обозначение	Наименование	Количество	Примечание
Zone	Symbol in diagram	Description	Qty	Remarks

Транзисторы:

Transistors:

C4	T1, T2	2T371A	2	
C4	T5	2T363A	1	
B4	T4, T6	2T363A	2	
C4	T7, T9,	2T371A	4	
	T11, T13			
B4	T8, T10,	2T371A	4	
	T12, T14			
C3	T18	2T326A	1	
B3	T19	2T326A	1	
B3	T20...T23	2T316B	4	
C3	III	Вилка MPH14-I	1	
		Plug MPH14-1		

ПЕРЕЧЕНЬ

элементов к схеме усилителя вертикального отклонения (Рис.3)

LIST
of Elements for Vertical Amplifier Circuit (Fig.3)

Зона	Позиция, обозначение	Наименование	Количество	Примечание
Zone	Symbol in diagram	Description	Qty	Remarks
		Плата усилителя вертикального отклонения 6.692.290 Vertical Amplifier Board 6.692.290	I	У5
		Резисторы: Resistors:	I	
Е6	RI	ОМЛТ-0,25-8,2 кОм $\pm$ 5%	I	
Е6	R2	ОМЛТ-0,25-6,2 кОм $\pm$ 5%	I	
Е6	R3, R4	С2-10-0,125-75 Ом $\pm$ 1%	2	
Е6	R5	СПЗ-19а-470 Ом $\pm$ 20%	I	
Е6	R6, R7	С2-10-0,125-28,7 Ом $\pm$ 0,5%	2	
Д6	R8	ОМЛТ-0,5-820 Ом $\pm$ 5%	I	
Е6	R9, R10	ОМЛТ-0,125-68 Ом $\pm$ 10%	2	
Е6	RI2	ОМЛТ-0,25-1 кОм $\pm$ 5%	I	
Е6	RI3	ОМЛТ-0,25-1,5 кОм $\pm$ 5%	I	
Е6	RI4, RI5	С2-10-0,125-100 Ом $\pm$ 0,5%	2	
Е6	RI6	ОМЛТ-0,25-1,5 кОм $\pm$ 5%	I	
Е6	RI7	СПЗ-19а-2,2 кОм $\pm$ 20%	I	
Е6	RI8	ОМЛТ-0,25-1,5 кОм $\pm$ 5%	I	
Е6	RI9	ОМЛТ-0,125-2,4 кОм $\pm$ 10%	I	
Е6	R2I	ОМЛТ-0,5-820 Ом $\pm$ 5%	I	
Е6	R22, R23	С2-10-0,125-26,4 Ом $\pm$ 0,5%	2	
Д6	R24	ОМЛТ-0,5-820 Ом $\pm$ 5%	I	
Е6	R25	ОМЛТ-0,125-300 Ом $\pm$ 10%	I	
Е6	R26	ОМЛТ-0,125-68 Ом $\pm$ 10%	I	

Зона	Позиция, обозначение	Наименование	Количество	Примечание
Zone	Symbol in diag- ram	Description	Qty	Remarks

Резисторы:

Resistors:

D6	R27	OMIT-0,125-68 Ом $\pm$ 10%	I	
E6	R28	OMIT-0,125-I кОм $\pm$ 5%	I	
B6	R29	OMIT-0,125-I,2 кОм $\pm$ 5%	I	
E6	R31, R32	G2-I0-0,125-I00 Ом $\pm$ 0,5%	2	
E6	R33	OMIT-0,25-30 Ом $\pm$ 5%	I	
E6	R34, R35	MOH-0,5-2,7 Ом $\pm$ 10%	2	
E6	R36	СПЗ-I9a-2,2 кОм $\pm$ 20%	I	Ohm
E5	R37*	G2-I0-0,125-30,I Ом $\pm$ 0,5%	2	24,9 Ом,
	R38*			27,4 Ом
E5	R39	OMIT-I-360 Ом $\pm$ 5%	I	Ohm
E5	R41	OMIT-0,125-68 Ом $\pm$ 10%	I	
D5	R42	OMIT-0,125-68 Ом $\pm$ 10%	I	
E5	R43	OMIT-0,25-I кОм $\pm$ 5%	I	
E5	R44	OMIT-0,25-2 кОм $\pm$ 5%	I	
E5	R45, R46	G2-I0-0,25-8I,6 Ом $\pm$ 0,5%	2	
E5	R47	OMIT-I-II0 Ом $\pm$ 5%	I	
E5	R48	OMIT-0,25-I,6 кОм $\pm$ 5%	I	
E5	R49	СПЗ-I9a-I кОм $\pm$ 20%	I	
E5	R51	OMIT-0,25-I,6 кОм $\pm$ 5%	I	
D5	R52	OMIT-0,125-20 кОм $\pm$ 10%	I	
E5	R53	MOH-0,5-5,I Ом $\pm$ 10%	I	
E6	R54, R55	G2-I0-0,25-37,4 Ом $\pm$ 0,5%	2	
E5	R56	OMIT-0,125-5,I кОм $\pm$ 10%	I	
E5	R57	OMIT-0,25-I50 Ом $\pm$ 5%	I	
E5	R58	OMIT-0,125-4,3 кОм $\pm$ 10%	I	
E5	R59	OMIT-0,125-68 Ом $\pm$ 10%	I	
E5	R61	OMIT-0,5-2 кОм $\pm$ 5%	I	
E5	R62, P63	G2-26-0,5-68,I Ом $\pm$ 1%	2	

Продолжение

Continued

Зона	Позиция, обозначение	Наименование	Количество	Примечание
Zone	Symbol in diagram	Description	Qty	Remarks

Резисторы:

Resistors:

E5	R64	OMIT-0,5-I,6 кОм $\pm$ 5%	I
E5	R65	СПЗ-19a-I кОм $\pm$ 20%	I
E5	R66	OMIT-0,5-I,6 кОм $\pm$ 5%	I
E5	R67	OMIT-0,125-4,7 кОм $\pm$ 10%	I
E5	R68, R69	C2-10-0,25-37,4 Ом $\pm$ 0,5%	2
E5	R71	OMIT-2-100 Ом $\pm$ 5%	I
E5	R72	OMIT-I-33 Ом $\pm$ 5%	I
E5	R73	OMIT-0,125-30 Ом $\pm$ 10%	I
D5	R74	OMIT-0,125-30 Ом $\pm$ 10%	I
E5	R75	OMIT-0,25-300 Ом $\pm$ 5%	I

Конденсаторы:

Capacitors:

E6	C2	KT4-2I6-4/20 пФ	I
D6	C3	KM-56-H90-0,015 мкФ изолированный insulated	I
E6	C4	KT4-2I6-2/10 пФ	I
D6	C5	KT4-2I6-2/10 пФ	I
E6	C6	KM-56-H90-0,015 мкФ изолированный insulated	I
E6	C7, C8	KM-56-MI500-4300 пФ $\pm$ 10% изолированный insulated	2
E6	C9	KM-6-H50-0,01 мкФ	I
E6	CII	KT4-2I6-4/20 пФ	I

Продолжение
Continued

Зона	Позиция, обозначение	Наименование	Количество	Примечание
Zone	Symbol in diagram	Description	Qty	Remarks

Конденсаторы:
Capacitors:

E6	CI2	КТ4-2I6-2/10 пФ	I	
D6	CI3	КТ4-2I6-2/10 пФ	I	
E6	CI4, CI5	КМ-56-Н90-0,033 мкФ изолированный insulated	2	
E6	CI6	КМ-6-МI500-1000 пФ+10%	I	
E5	CI7, CI8	КТ4-2I6-2/10 пФ	2	
D5	CI9	КТ4-2I6-2/10 пФ	I	
D5	C20	КМ-56-Н90-0,015 мкФ изолированный insulated	I	
E5	C21, C22	КМ-56-Н90-0,033 мкФ изолированный insulated	2	
E5	C24	КД-I-M47-4,7 пФ+10%	I	
E5	C25	КМ-56-Н90-0,033 мкФ изолированный insulated	I	
E5	C26	К50-6-I-15В-5 мкФ-Нн	I	
E5	C27	КТ4-2I6-I/5 пФ	I	
E5	C28	КМ-56-Н90-0,015 мкФ изолированный insulated	I	
E5	C29	КМ-56-МI500-4300 пФ+10% изолированный insulated	I	
D5	C30	КМ-56-МI500-4300 пФ+10% изолиро- ванный insulated	I	
E5	C32	КМ-6-Н90-0,33 мкФ	I	

Продолжение

Continued

Зона	Позиция, обозначение	Наименование	Количество	Примечание
Zone	Symbol in diagram	Description	Qty	Remarks

Конденсаторы:

Capacitors:

E5	C33	КТ4-2I6-2/10 пФ	1	
D5	C34	КТ4-2I6-4/20 пФ	1	
E5	C35	КМ-56-Н90-0,015 мкФ изолированный insulated	1	
E6	L1, L2	Катушка индуктивности Inductance coil	2	
E6	L3...L6	Катушка индуктивности Inductance coil	4	
E5	L7...L10	Катушка индуктивности Inductance coil	4	

Стабилитроны:

Zener diodes:

E6	Д1, Д2	Д8I8Г	2	
E5	Д3, Д4	2C162A	2	
E5	Д5...Д8	2C2I3Б	4	

Транзисторы:

Transistors:

E6	T1, T2	2Т355	2	
E6	T3, T4	2Т37IА	2	
E6	T5, T6	2Т355	2	
E6	T7, T8	2Т37IА	2	
E5	T9...TI2	2Т355	4	
E5	TI4, TI5	2Т6I0А	2	
E5	TI6, TI7	2Т6I0Б	2	
E5	TI8, TI9	2Т6I0А	2	
E5	T20, T2I	2Т6I0Б	2	

Продолжение

Continued

Зона	Позиция, обозначение	Наименование	Количество	Примечание
Zone	Symbol in diagram	Description	Qty	Remarks
D6	III	Штырь One-pin plug	I	
E5	III2	Штырь One-pin plug	I	
D5	III3, III4	Штырь One-pin plug	2	

ПЕРЕЧЕНЬ

элементов к схеме питания электроннолучевой трубки (Рис.4)

LIST

of Elements for Cathode-Ray Tube Supply Circuit (Fig.4)

Зона	Позиция, обозначение	Наименование	Количество	Примечание
Zone	Symbol in diagram	Description	Qty	Remarks
		Плата усилителя импульсов подсвета 6.692.29I Illumination pulse amplifier board 6.692.29I	I	У6
		Резисторы: Resistors:		
G8	R1	OMIT-0,25-100 Ом $\pm$ 5%	I	
G8	R2	OMIT-0,25-390 Ом $\pm$ 10%	I	
G8	R3	OMIT-0,25-3,3 кОм $\pm$ 10%	I	

Продолжение

Continued

Зона	Позиция, обозначение	Наименование	Количество	Примечание
Zone	Symbol in diagram	Description	Qty	Remarks

Резисторы:

Resistors:

G8	R4	OMIT-0,125-5I $0\text{M}\pm 10\%$	I	
F8	R5	OMIT-0,125-30 $0\text{M}\pm 10\%$	I	
G8	R6	OMIT-0,25-2,2 $\text{kOM}\pm 10\%$	I	
F8	R7	OMIT-0,25-1,2 $\text{kOM}\pm 10\%$	I	
G8	R8	MOH-0,5-15 $0\text{M}\pm 10\%$	I	
G8	R9	OMIT-0,25-5,6 $\text{kOM}\pm 5\%$	I	
G8	RII	OMIT-0,5-62 $\text{kOM}\pm 5\%$	I	
F8	RI2	G2-26-0,5-10 $\text{kOM}\pm 2\%$	I	
G8	RI3	G2-26-1-5II $0\text{M}\pm 2\%$	I	
F8	RI4	G2-26-0,5-10 $\text{kOM}\pm 2\%$	I	
G8	RI5	G2-26-0,5-10 $\text{kOM}\pm 2\%$	I	
G8	RI6	G2-26-0,5-8,25 $\text{kOM}\pm 2\%$	I	
F8	RI7	OMIT-0,5-100 $0\text{M}\pm 10\%$	I	
F8	RI8	OMIT-0,25-100 $\text{kOM}\pm 10\%$	I	

Конденсаторы:

Capacitors:

G8	CI	KД-I-M75-I,5 $\text{пФ}\pm 0,4-3$	I	
G8	C2	KД-26-H90-0,0I $\pm 80\%$ -20%	I	
G8	C3, C4	KМ-56-H90-0,1 мкФ изолированные insulated	2	
G8	C5	KД-26-H90-0,0I $\pm 80\%$ -20%	I	
F8	C6	KT4-2I6-I/5 пФ	I	
F8	C7	KД-I-M75-3,3 $\text{пФ}\pm 0,4-3$	I	
G8	C8, C9	KД-26-H90-0,0I $\pm 80\%$ -20%	2	
G8	CII, CI2	KД-26-H90-0,0I $\pm 80\%$ -20%	2	
G8	CI3	KT4-2I6-I/5 пФ	I	
F8	CI4	KД-26-H70-1000 $\text{пФ}\pm 80\%$ -20%	I	

Продолжение Continued				
Зона	Позиция, обозна- чение	Наименование	Коли- чество	Примеча- ния
Zone	Symbol in diag- ram	Description	Qty	Remarks

Диоды:

Diodes:

G8	Д1	Д18	I	
G8	Д2	2Д503Б	I	

Стабилитроны:

Zener diodes:

G 8	Д3	2С147А	I	
G 8	Д4	2С156А	I	
G 8	Д5	Д816Б	I	

Диоды:

Diodes:

F 8	Д6	2Д503Б	I	
F 8	Д7	2Д102А	I	
G 8	Д8	Д312	I	
G 8	Д9	2Д102А	I	
G 8	Др.1	Дроссель высокочастотный Д1-0,1-22±5% R.f. choke Д1-0.1-22±5%	I	
F 8	Др.2	Дроссель высокочастотный Д1-0,1-22±5% R.f. choke Д1-0.1-22±5%	I	

Транзисторы:

Transistors:

G8	Т1	2Т325Б	I	
G8	Т2	2Т326А	I	
F8	Т3	2Т325Б	I	

Продолжение
Continued

Зона	Позиция, обозначение	Наименование	Количество	Примечание
Zone	Symbol in diagram	Description	Qty	Remarks
G8	III	Вилка МРН14-I Plug МРН14-1	I	
		Плата нагрузки усилителя 6.692.292 Amplifier load board 6.692.292	I	У7

Резисторы:
Resistors:

G7	RI	ОМЛТ-0,5-470 Ом±10%	I	
G7	R2	СПЗ-19а-2,2 кОм±20%	I	
G7	R3	ОМЛТ-2-180 Ом±10%	I	
G7	R4	СПЗ-19а-470 Ом±20%	I	
G7	R5	ОМЛТ-2-180 Ом±10%	I	
G7	R6	СПЗ-19а-470 Ом±20%	I	
G7	R7	ОМЛТ-0,5-470 Ом±10%	I	
G7	R8	СПЗ-19а-2,2 кОм±20%	I	
G7	CI, C2	Конденсатор КМ-56-Н90-0,015 мкФ изолированный Capacitor КМ-56-Н90-0.015 мкФ insulated	2	
G7	LI, L2	Катушка индуктивности Inductance coil	2	
		Плата управления режимом ЭЛТ 6.692.293 C.r.t. control board ЭЛТ 6.692.293	I	У8

Продолжение

Continued

Зона	Позиция, обозначение in diagram	Наименование	Количество	Примечание
Zone	Symbol	Description	Qty	Remarks
	ram			

Резисторы:

Resistors:

F7	RI...R4	СПЗ-19а-220 кОм $\pm$ 20%	4
F7	R5	ОМЛТ-0,25-43 кОм $\pm$ 10%	1
F7	R6	ОМЛТ-0,25-18 кОм $\pm$ 10%	1
F7	R7	ОМЛТ-0,125-51 кОм $\pm$ 10%	1
F7	R8	СП4-1В-220 кОм-А	1
F7	CI...C5	Конденсатор КД-26-Н90-0,01 $\pm$ 80% Capacitor КД-26-Н90-0,01 $\pm$ 80% -20%	5

ПЕРЕЧЕНЬ
элементов к схеме генератора развертки (Рис.6)
LIST
of Elements for Sweep Generator Circuit (Fig.6)

Зона	Позиция, обозначение	Наименование	Количество	Примечание
Zone	Symbol in diagram	Description	Qty	Remarks
	!	!	!	!
	!	!	!	!
	!	!	!	!
	!	!	!	!
		Плата развертки 6.692.307 Sweep generator board 6.692.307	I	У9

Резисторы:
Resistors:

I IO	RI	C2-26-0,5-56,2 Ом±1%	I
I IO	R2	C2-26-0,5-6,19 кОм±1%	I
I IO	R3	C2-10-0,125-562 Ом±1%	I
H IO	R4	OMIT-0,5-5I Ом±5%	I
H IO	R5	OMIT-0,25-2,2 кОм±5%	I
I IO	R6	C2-10-0,125-5I, I Ом±1%	I
I IO	R7	C2-26-0,5-56,2 Ом±1%	I
I IO	R8	OMIT-0,125-1,5 кОм±10%	I
H IO	R9	OMIT-0,5-5I Ом±5%	I
I IO	RII	OMIT-0,25-820 Ом±5%	I
I IO	RI2	C2-10-0,125-5I, I Ом±1%	I
I IO	RI3	СНЗ-19а-47 Ом±20%	I
I IO	RI4	C2-10-0,125-5I, I Ом±1%	I

Зона	Позиция, обозначение	Наименование	Количество	Примечание
Zone	Symbol in diagram	Description	Qty	Remarks

Резисторы

Resistors:

II0	RI5	OMLT-0,5-750 Ом±5%	1	
II0	RI6, RI7	C2-I0-0,25-2 кОм±1%	2	
II0	RI8	C2-I0-0,125-24,3 Ом±1%	1	
HI0	RI9	OMLT-0,5-5I Ом±5%	1	
II0	R2I, R22	MOH-0,5-2,7 Ом±10%	2	
II0	R23, R24	C2-I0-0,25-5II Ом±1%	2	
II0	R25	OMLT-0,125-I6 кОм±10%	1	
II0	R26	OMLT-0,125-27 Ом±10%	1	
HI0	R27	OMLT-0,125-5I Ом±5%	1	
II0	R28	C2-I0-0,25-2 кОм±1%	1	
II0	R29	C2-I0-0,125-5I, I Ом±1%	1	
II0	R3I	C2-I0-0,25-I, I кОм±1%	1	
II0	R32	СПЗ-I9a-470 Ом±20%	1	
II0	R33, R34	C2-I0-0,25-I,5 кОм±1%	2	
II0	R35	C2-I0-0,125-I0 Ом±1%	1	
I9	R36, R37	C2-I0-0,125-24,3 Ом±1%	2	
I9	R38	OMLT-0,25-360 Ом±5%	1	
I9	R39	C2-I0-0,25-3,0I кОм±1%	1	
I9	R4I	C2-I0-0,125-I62 Ом±1%	1	
H9	R42	OMLT-0,125-I00 кОм±5%	1	
H9	R43	OMLT-0,125-200 кОм±5%	1	
H9	R44	OMLT-0,125-20 кОм±5%	1	
H9	R45	OMLT-0,125-220 кОм±5%	1	
H9	R46	OMLT-0,125-4,7 кОм±5%	1	
H9	R47	OMLT-0,125-I кОм±5%	1	
I9	R48, R49	C2-I0-0,125-37,4 Ом±1%	2	
I9	R5I	C2-I0-0,125-6I,2 Ом±1%	1	

Продолжение

Continued

Зона	Позиция, обозначение	Наименование	Количество	Примечание
Zone	Symbol in diagram	Description	Qty	Re- marks

Резисторы:

Resistors:

H9	R52	OMIT-0,125-20 $\kappa\Omega \pm 10\%$	I	
H9	R53	OMIT-0,125-100 $\kappa\Omega \pm 10\%$	I	
I9	R54, R55	MOH-0,5-2,7 $\Omega \pm 10\%$	2	
H9	R56	СПЗ-19а-2,2 $\kappa\Omega \pm 20\%$	I	
I9	R57	OMIT-0,125-6,2 $\kappa\Omega \pm 5\%$	I	
I9	R58	СП5-16ТА-0,25 Вт 10 $\kappa\Omega \pm 10\%$	I	
I9	R59	C2-10-0,125-365 $\Omega \pm 1\%$	I	
I9	R61	C2-14-0,25-13,3 $\kappa\Omega \pm 1\% - B$	I	
I9	R62	OMIT-0,125-750 $\Omega \pm 10\%$	I	
I9	R63	C2-26-0,5-3,92 $\kappa\Omega \pm 1\%$	I	
H9	R64	C2-10-0,125-200 $\Omega \pm 1\%$	I	
H9	R65	OMIT-2-6,8 $\kappa\Omega \pm 5\%$	I	
I9	R66	OMIT-0,125-100 $\Omega \pm 10\%$	I	
I9	R67	OMIT-0,125-2,2 $\kappa\Omega \pm 10\%$	I	
I9	R68	OMIT-0,25-5I $\kappa\Omega \pm 10\%$	I	
H9	R69	C2-10-0,125-178 $\Omega \pm 1\%$	I	
H9	R71	C2-10-0,25-1,62 $\kappa\Omega \pm 1\%$	I	
H9	R72	C2-10-0,125-51I $\Omega \pm 1\%$	I	
I9	R73	C2-26-0,5-10 $\kappa\Omega \pm 1\%$	I	
I9	R74	OMIT-0,125-2 $\kappa\Omega \pm 5\%$	I	
I9	R75	OMIT-0,125-360 $\Omega \pm 10\%$	I	
I9	R76	C2-10-0,125-243 $\Omega \pm 1\%$	I	
H9	R77	C2-10-0,25-1,2I $\kappa\Omega \pm 1\%$	I	
I9	R78	OMIT-0,125-2 $\kappa\Omega \pm 10\%$	I	
I9	R79	OMIT-0,125-1 $\kappa\Omega \pm 5\%$	I	
I9	R81	OMIT-0,125-1,5 $\kappa\Omega \pm 5\%$	I	
I9	R82, R83	C2-10-0,125-150 $\Omega \pm 1\%$	2	
H9	R84	OMIT-0,125-4,7 $\kappa\Omega \pm 5\%$	I	

Продолжение

Continued

Зона	Позиция, обозначение	Наименование	Количество	Примечание
Zone	Symbol in diagram	Description	Qty	Remarks

Резисторы:

Resistors:

H9	R85	C2-10-0,125-511 $\Omega \pm 1\%$	I	
I9	R86	OMIT-0,125-4,3 $k\Omega \pm 10\%$	I	
I9	R87	MOH-0,5-2,7 $\Omega \pm 10\%$	I	
I9	R88	OMIT-0,125-300 $k\Omega \pm 10\%$	I	
I9	R89	OMIT-0,125-1,5 $k\Omega \pm 10\%$	I	
I9	R91	OMIT-0,125-1 $k\Omega \pm 10\%$	I	
I9	R92	OMIT-0,125-13 $k\Omega \pm 10\%$	I	
I9	R93	C2-26-0,5-3,92 $k\Omega \pm 1\%$	I	
II2	R97	OMIT-0,125-20 $k\Omega \pm 10\%$	I	
KI2	R98	C2-26-0,5-3,32 $k\Omega \pm 1\%$	I	
KI2	R99, RI00	C2-26-0,5-10 $k\Omega \pm 1\%$	2	
II2	RI02	OMIT-0,125-100 $\Omega \pm 10\%$	I	
II2	RI03	OMIT-0,125-4,7 $k\Omega \pm 10\%$	I	
II2	RI04	OMIT-0,125-51 $\Omega \pm 10\%$	I	
KI2	RI05, RI06	C2-10-0,125-332 $\Omega \pm 1\%$	2	
II2	RI07	OMIT-0,125-150 $k\Omega \pm 10\%$	I	
II2	RI08, RI09	OMIT-0,125-4,7 $k\Omega \pm 10\%$	2	
KI2	RII1	OMIT-0,125-100 $\Omega \pm 10\%$	I	
KI2	RII2	OMIT-0,125-160 $\Omega \pm 10\%$	I	
II2	RII3	OMIT-0,125-20 $k\Omega \pm 10\%$	I	
KI2	RII4	OMIT-0,125-100 $\Omega \pm 10\%$	I	
KI2	RII5	OMIT-2-8,2 $k\Omega \pm 5\%$	I	
II2	RII6	OMIT-0,125-200 $k\Omega \pm 10\%$	I	
KI2	RII7	C2-10-0,125-180 $\Omega \pm 1\%$	I	
I I2	RII8	OMIT-0,125-10 $k\Omega \pm 10\%$	I	
KI2	RII9	C2-10-0,125-51,1 $\Omega \pm 1\%$	I	
KI2	RI20	OMIT-0,125-30 $\Omega \pm 10\%$	I	
KI2	RI21, RI22	OMIT-0,125-100 $\Omega \pm 10\%$	2	
I I2	RI23	OMIT-0,125-100 $\Omega \pm 10\%$	I	
KI2	RI24	OMIT-0,125-360 $\Omega \pm 10\%$	I	
KI2	RI25	C2-10-0,125-243 $\Omega \pm 1\%$	I	

Продолжение
Continued

Зона Zone	Позиция, обозначение Symbol in diagram	Наименование Description	Количество Qty	Примечание Remarks
Резисторы: Resistors:				
I I2	RI26	OMIT-0,125-I60 OM $\pm$ 10%	I	
KI2	RI27	C2-I0-0,125-5II OM $\pm$ 1%	I	
KI2	RI28	C2-I0-0,25-3,0I KOm $\pm$ 1%	I	
KI2	RI29, RI30	OMIT-0,125-I00 OM $\pm$ 10%	2	
KI2	RI3I	OMIT-0,125-I KOm $\pm$ 10%	I	
KI2	RI32	OMIT-0,125-I60 OM $\pm$ 10%	I	
I I2	RI33	MOH-0,5-2,7 OM $\pm$ 10%	I	
I I2	RI34	C2-26-0,5-5,II KOm $\pm$ 1%	I	
I I2	RI35	C2-I0-0,25-2,74 KOm $\pm$ 1%	I	
KI2	RI36	C2-I0-0,125-5I, I OM $\pm$ 1%	I	
KI2	RI37	OMIT-0,125-I00 KOm $\pm$ 10%	I	
KI2	RI38	C2-26-0,5-6,19 KOm $\pm$ 1%	I	
KI2	RI39	C2-I0-0,25-2 KOm $\pm$ 1%	I	
II2	RI4I	C2-I0-0,125-383 OM $\pm$ 1%	I	
KII	RI42	C2-26-0,5-7,5 KOm $\pm$ 1%	I	
III	RI43	C2-I0-0,125-30I OM $\pm$ 1%	I	
KII	RI44	C2-I0-0,125-825 OM $\pm$ 1%	I	
KII	RI45	C2-I0-0,125-383 OM $\pm$ 1%	I	
KII	RI46	C2-26-0,5-4,32 KOm $\pm$ 1%	I	
III	RI47	C2-I0-0,25-I,62 KOm $\pm$ 1%	I	
KII	RI48	C2-I0-0,125-6I9 OM $\pm$ 1%	I	
KII	RI49	OMIT-I-I5 KOm $\pm$ 5%	I	
III	RI5I, RI52	C2-I4-0,25-I40 KOm $\pm$ 1%-B	2	
KII	RI53	OMIT-0,5-47 KOm $\pm$ 5%	I	
III	RI54	C2-26-0,5-3,92 KOm $\pm$ 1%	I	
KII	RI55	C2-I4-0,25-5II KOm $\pm$ 1%-B	I	
III	RI56	C2-I0-0,125-30I OM $\pm$ 1%	I	
III	RI57	OMIT-0,125-5I OM $\pm$ 10%	I	
KII	RI58	OMIT-0,25-I,2 MOm $\pm$ 5%	I	
III	RI59	C2-26-0,5-I0 KOm $\pm$ 1%	I	
III	RI6I	OMIT-0,125-I00 OM $\pm$ 10%	I	
KII	RI62, RI63	OMIT-0,125-360 OM $\pm$ 10%	2	
III	RI64	C2-I0-0,125-I KOm $\pm$ 1%	I	

Зона	Позиция, обозначение	Наименование	Количество	Примечание
Zone	Symbol in diagram	Description	Qty	Remarks

Резисторы:
Resistors:

III	RI65	C2-26-0,5-10 кОм±1%	I
KII	RI66, RI67	ОМЛТ-0,125-100 кОм±10%	2
III	RI68	ОМЛТ-0,125-100 Ом±10%	I
	RI69	C2-I4-0,25-39,2 кОм±1%-Б	I
KII	RI71	ОМЛТ-0,125-10 кОм±10%	I
III	RI72	ОМЛТ-0,125-10 кОм±10%	I
III	RI73	МОН-0,5-2,7 Ом±10%	I
III	RI74	ОМЛТ-0,125-100 Ом±10%	I
KII	RI75	ОМЛТ-0,125-300 кОм±10%	I
KII	RI76	C2-I0-0,25-2 кОм±1%	I
KII	RI77	C2-I4-0,25-100 кОм±1%-Б	I
III	RI78	ОМЛТ-0,125-360 Ом±10%	I
KII	RI79	ОМЛТ-0,125-I кОм±10%	I
III	RI80	ОМЛТ-0,125-I кОм±10%	I
III	RI82	ОМЛТ-0,125-I3 кОм±10%	I
KII	RI83	ОМЛТ-0,125-20 кОм±10%	I
III	RI84	C2-26-0,5-9,09 кОм±1%	I
III	RI85	C2-I4-0,25-100 кОм±1%-Б	I
KII	RI86	ОМЛТ-0,125-20 кОм±10%	I
KII	RI87	ОМЛТ-0,125-100 Ом±10%	I
III	RI88	ОМЛТ-0,125-4,3 кОм±10%	I
LI3	RI91	C2-I4-0,25-I3,3 кОм±1%-Б	I
LI3	RI92	C2-I0-0,25-I,5 кОм±1	I
LI3	RI93...RI97	ОМЛТ-0,125-5I кОм±10%	5
LI3	RI98	C2-I4-0,25-100 кОм±1%-Б	I
LI3	RI99	C5-5-I Вт 4,7 кОм±1%	I
LI3	R200...R202	СН5-I6TA-0,25 Вт 10 кОм±10%	3

Продолжение

Continued

Зона	Позиция, обозначение	Наименование	Количество	Примечание
Zone	Symbol in diagram	Description	Qty	Remarks

Конденсаторы:

Capacitors:

I IO	CI	КМ-56-Н90-0,047 мкФ изолированный insulated	I	
II IO	C2	КД-I-M75-2,2 пФ $\pm$ 0,4-3	I	
HI IO	C3	КМ-6-Н90-I мкФ	I	
II IO	C4	КМ-56-Н90-0,015 изолированный insulated	I	
II IO	C5	КД-I-M75-36 пФ $\pm$ 5%-3	I	
II IO	C6, C7	КМ-56-Н90-0,047 мкФ изолированный insulated	2	
HI IO	C8	КМ-6-Н90-I мкФ	I	
II IO	C9	КМ-56-Н90-0,015 мкФ изолированный insulated	I	
II IO	CI0	КД-I-M75-2,2 пФ $\pm$ 0,4-3	I	
I9	CI1, CI2	КМ-56-Н90-0,015 мкФ изолированный insulated	2	
I9	CI3	КД-I-M75-2,2 пФ $\pm$ 0,4-3	I	
I9	CI4	КМ-56-Н90-0,047 мкФ изолированный insulated	I	
I9	CI5	КМ-6-Н90-I мкФ	I	

Позиция, обозначение Symbol in diagram	Наименование Description	Количество Qty	Примечание Remarks
Конденсаторы: Capacitors:			
C32	КМ-56-М750-1000 пФ±10% изолированный insulated	I	
C33	КД-I-М700-47 пФ±10%-3	I	
C34	КМ-56-Н90-0,047 мкФ	I	
C35	КМ-6-Н90-I мкФ	I	
C36	КМ-56-Н90-0,047 мкФ изолированный insulated	I	
C37	К50-6-I-25В-10 мкФ	I	
C38, C39	КМ-56-Н90-0,047 мкФ изолированные insulated	2	
C40	КМ-56-Н90-0,1 мкФ изолированный insulated	I	
C41	КМ-56-Н90-0,015 мкФ изолированный insulated	I	
C42	КД-I-М700-30 пФ±5%-3	I	
C43	КД-I-МТ300-39 пФ±5%-3	I	
C44	КМ-56-Н90-0,047 мкФ изолированный insulated	I	
II C45	КТ4-216-4/20 пФ	I	

Зона	Позиция, созна- чение	Наименование	Количе- ство	Примеча- ние
Zone	Symbol in diag- ram	Description	Qty	Remarks

Конденсаторы:
Capacitors:

KII	C46	KM-56-M750-1000 пФ $\pm 10\%$ изолированный insulated	I	
III	C47	K50-6-I-25B-10 мкФ	I	
III	C48	KM-56-H90-0,047 мкФ изолированный insulated	I	
III	C49	KM-56-M750-1000 пФ $\pm 10\%$ изолированный insulated	I	
KII	C51	KM-6-H90-I мкФ	I	
KII	C52	KM-56-M750-220 пФ $\pm 10\%$ изолированный insulated	I	
III	C53	KM-56-H90-0,015 мкФ изолированный insulated	I	
III	C54	KT4-2I6-4/20 пФ	I	
KII	C55	KM-56-M750-1000 пФ $\pm 10\%$ изолированный insulated	I	
III	C56, C57	KD-26-H90-0,01 $\pm 80\%$ -20	2	

Зона Zone	Позиция, обозначение Symbol in diagram	Наименование Description	Количество Qty	Примечание Remarks
--------------	---	-----------------------------	-------------------	-----------------------

Конденсаторы:
Capacitors:

KII	C58	KM-56-H90-0,015 мкФ изолированный insulated	I	
III	C59	KM-56-H90-0,1 мкФ изолированный insulated	I	
KII	C60	KT4-2I6-2/10 пФ	I	
KII	C61	KM-56-M750-470 пФ $\pm 10\%$ изолированный insulated	I	
I II	C62	KD-26-H90-0,01 $\begin{smallmatrix} +80\% \\ -20\% \end{smallmatrix}$	I	
L I4	C65	K77-I-63B-10 мкФ $\pm 1\%$	I	
L I3	C66	KM-56-H90-0,047 мкФ изолированный insulated	I	
I IO	L I...L3	Катушка индуктивности Inductance coil	3	
I 9	L4, L5	Катушка индуктивности Inductance coil	2	
HI0	B1	Переключатель П2К Switch П2К	I	
II2	B2	Переключатель П2К Switch П2К	I	

Зона Zone	Позиция, обозначение Symbol in diagram	Наименование Description	Количество Qty	Примечание Remarks
II0	Д1, Д2	Диод 2Д503Б Diode 2Д503Б	2	
Н9	Д7	Стабилитрон 2С156А Zener diode 2С156А	1	
19	Д8, Д9	Туннельный диод ИИ305А Tunnel diode ИИ305А	2	
19	Д11...Д16	Диод 2Д503Б Diode 2Д503Б	6	
К12	Д21...Д24	Стабилитрон 2С210Б Zener diode 2С210Б	4	
II2	Д25, Д26	Диод 2Д503Б Diode 2Д503Б	2	
К12	Д27	Диод 2Д503Б Diode 2Д503Б	1	
К12	Д28	Диод Д223 Diode Д223	1	
II2	Д29	Стабилитрон 2С210Б Zener diode 2С210Б	1	

Продолжение

Continued

Зона Zone	Позиция, обозначение Symbol in diagram	Наименование Description	Количество Qty	Примечание Remarks
KI2	Д30	Стабистор 2С113А Stabistor 2C113A	I	
II2	Д31	Диод Д311 Diode Д311	I	
KI2	Д32, Д33	Диод 2Д503Б Diode 2Д503Б	2	
KII	Д34	Диод 2Д503Б Diode 2Д503Б	I	
III	Д35, Д36	Диод 2Д503Б Diode 2Д503Б	2	
III	Д37	Стабилитрон 2С156А Zener diode 2C156A	I	
KII	Д38	Диод 2Д503Б Diode 2Д503Б	I	
III	Д39	Диод 2Д503Б Diode 2Д503Б	I	
KII	Д41	Стабилитрон 2С213Б Zener diode 2C213B	I	

Продолжение
Continued

Зона Zone	Позиция обозна- чение Symbol in diag- ram	Наименование Description	Коли- чество Qty	Приме- чание Remarks
I II	Д42... Д45, Д48	Диод 2Д503Б Diode 2Д503Б	5	
KII	Д46, Д47, Д49	Диод 2Д503Б Diode 2Д503Б	3	
I II	Д51...Д53	Диод 2Д503Б Diode 2Д503Б	3	
I II	Д54	Стабилитрон 2С213Б Zener diode 2С213Б	I	
KII	Д55	Диод 2Д503Б Diode 2Д503Б	I	
L I3	Д58	Стабилитрон Д816Д Zener diode Д816Д	I	
I IO	ДС1	Диодная сборка 2ДС523В Diode configuration 2ДС523В	I	
I I2	Др1...Др8	Дроссель высокочастотный ДИ-0,08-82±5% R.f. choke ДИ-0.08-82±5%	8	
I II	Др.9	Дроссель высокочастотный ДИ-0,08-82±5% R.f. choke ДИ-0.08-82±5%	I	

Продолжение

Continued

Зона	Позиция, обозначение	Наименование	Количество	Примечание
Zone	Symbol in diagram	Description	Qty	Remarks
I 9, H9	MC1	Транзисторная матрица 2TC613Б Array of transistors 2TC613B	I	
I 9	MC2	Транзисторная матрица 2TC613Б Array of transistors 2TC613B	I	
II2, KII	MC3	Транзисторная матрица 2TC613Б Array of transistors 2TC613B	I	
III, KII	MC4	Транзисторная матрица 2TC613Б Array of transistors 2TC613B	I	
LI3	MC5	Транзисторная матрица 2TC613Б Array of transistors 2TC613B	I	

Транзисторы:

Transistors:

II0	TI...T6	2T37IA	6
I9	T7, T8	2T37IA	2
H9	T9	II308	I
I9	TII...TII3	2T3I6B	3
KI2	TI6, TI7	2T326A	2
KI2	TI8	2T325B	I
II2	TI9	2T326A	I
KI2	T2I, T22	2T325B	2
KI2	T23	2T326A	I
KI2	T24	2T3I2B	I
KI2	T25	Полевой транзистор 2II305Б Field transistor 2II305B	I

Зона Zone	Позиция, обозначение Symbol in diagram	Наименование Description	Количество Qty	Примечание Remarks
KI2	T26	Транзистор 2Т325Б Transistor 2Т325Б	I	
II2	T27	Транзистор 2Т326А Transistor 2Т326А	I	
KII	T28, T29	Полевой транзистор 2П303А Field transistor 2П303А	2	
III	T31	Транзистор 2Т326А Transistor 2Т326А	I	
KII	T32	Полевой транзистор 2П303А Field transistor 2П303А	I	
III	T33	Транзистор 2Т326А Transistor 2Т326А	I	
KII	T34	Полевой транзистор 2П303А Field transistor 2П303А	I	
KII	T35, T36	Транзистор 2Т326А Transistor 2Т326А	2	
III	T37	Транзистор 2Т326А Transistor 2Т326А	I	
III	T38	Полевой транзистор 2П303А Field transistor 2П303А	I	

Продолжение
Continued

Зона Zone	Позиция, обозначе- ние Symbol in diagram	Наименование Description	Коли- чество Qty	Приме- чание Remarks
LI3	T4I	Транзистор 2Т203А Transistor 2Т203А	I	
	III...III3	Штырь One-pin plug	3	
LI4	III4	Вилка МРН8-1 Plug МРН8-1	I	
	III5...III7	Штырь One-pin plug	3	
LI4	III8	Розетка РГН-3-1 Socket РГН-3-1	I	
		Плата переключателя 6.692.294 Switch board 6.692.294	I	У10

Резисторы:

Resistors:

LI4	R1	ПТМН-0,5-30 кОм±0,25%	I
LI4	R2	ПТМН-0,5-75 кОм±0,25%	I
LI4	R3	С5-5-1 Вт 7,5 кОм±0,2%	I
LI4	R4	ПТМН-0,5-300 кОм±0,25%	I
LI4	R5, R6	С5-5-1 Вт 7,5 кОм±0,2%	2
LI4	R7	ПТМН-0,5-30 кОм±0,25%	I
LI4	R8	ПТМН-0,5-15 кОм±0,25%	I

Продолжение

Continued

Зона	Позиция, обозначение	Наименование	Количество	Примечание
Zone	Symbol in diagram	Description	Qty	Remarks

Резисторы:

Resistors:

LI4	R9	ПТМН-0,5-150 кОм $\pm$ 0,25%	I
LI4	R10	ПТМН-0,5-300 кОм $\pm$ 0,25%	I
LI3	R11	ПТМН-0,5-75 кОм $\pm$ 0,25%	I
LI3	R12	C2-10-0,25-2 кОм $\pm$ 1%	I

Конденсаторы:

Capacitors:

LI4	C1	КМ-56-М75-330 пФ $\pm$ 10% изолированный insulated	I
LI4	C2	КМ-56-М1500-3300 пФ $\pm$ 10% изолированный insulated	I
LI4	C3	КМ-6-Н90-0,033 мкФ	I
LI4	C4	КМ-6-Н90-0,33 мкФ	I
LI4	C5	К53-4-15-3,3 $\pm$ 20%	I
LI4	C6	К53-4-15-33 $\pm$ 20%	I
LI4	C7	КСОТ-2-500-Г-820 $\pm$ 5%	I
LI4	C8	К77-1-100В-0,1 мкФ $\pm$ 5%	I
LI4	Ш1	Вилка Plug	I

Продолжение

Continued

ПЕРЕЧЕНЬ

элементов к схеме усилителя "X" (Рис.8)

LIST

of Elements for Horizontal Amplifier Circuit (Fig.8)

Зона	Позиция, обозначе- ние	Наименование	Коли- чество	Приме- чание
Zone	Symbol in diagram	Description	Qty	Re- marks
		Плата усилителя "X" 6.692.309 Horizontal amplifier board "X" 6.692.309	I	УИ

Резисторы:

Resistors:

NI6	RI	C2-10-0,25-200 $0m\pm 0,5\%$	I	
MI6	R2	C2-10-0,25-200 $0m\pm 0,5\%$	I	
NI6	R3	C2-10-0,25-988 $0m\pm 0,5\%$	I	
NI6	R4, R5	C2-10-0,25-243 $0m\pm 0,5\%$	2	
NI6	R6	C2-10-0,25-150 $0m\pm 1\%$	I	
NI6	R7	C2-26-0,5-3,65 $kOm\pm 1\%$	I	
MI6	R8	C2-10-0,25-30,1 $0m\pm 1\%$	I	
NI6	R9	C2-10-0,25-348 $0m\pm 1\%$	I	
NI6	RII	OMIT-I-20 $kOm\pm 5\%$	I	
NI6	RI2	OMIT-0,25-510 $0m\pm 10\%$	I	
NI6	RI3	OMIT-I-18 $kOm\pm 10\%$	I	
NI6	RI4	C2-10-0,25-150 $0m\pm 1\%$	I	
NI6	RI5	C2-26-0,5-3,65 $kOm\pm 1\%$	I	
MI6	RI6	C2-10-0,25-30,1 $0m\pm 1\%$	I	
MI6	RI7	OMIT-0,25-15 $kOm\pm 10\%$	I	
MI6	RI8	OMIT-0,25-510 $0m\pm 10\%$	I	
MI6	RI9	OMIT-0,25-270 $kOm\pm 10\%$	I	
MI6	R2I	OMIT-0,25-220 $kOm\pm 10\%$	I	
MI6	R22	СПЗ-19a-100 $kOm\pm 20\%$	I	
NI6	R23	C2-26-0,5-1,3 $kOm\pm 2\%$	I	
NI6	R24	C2-10-0,25-825 $0m\pm 1\%$	I	
MI6	R25	C2-10-0,25-100 $0m\pm 1\%$	I	
MI6	R26	OMIT-0,25-75 $kOm\pm 10\%$	I	

Зона	Позиция, обозначе- ние	Наименование	Коли- чество	Приме- чание
Zone	Symbol in diagram	Description	Qty	Re- marks

Резисторы:

Resistors:

N I6	R27	OMIT-0,25-75 Ом $\pm$ 10%	I	
N I6	R28	OMIT-0,25-100 Ом $\pm$ 10%	I	
N I6	R29	C2-26-0,5-5,11 кОм $\pm$ 1%	I	
N I6	R31	C2-10-0,25-200 Ом $\pm$ 1%	I	
N I6	R32	СП4-1а-100 Ом-А-16	I	
N I6	R33	C2-26-0,5-5,11 кОм $\pm$ 1%	I	
N I6	R34, R35	OMIT-0,5-51 кОм $\pm$ 5%	2	
MI6	R36	МОН-0,5-10 Ом $\pm$ 10%	I	
N I6	R37	OMIT-I-12 кОм $\pm$ 5%	I	
N I6	R38	СП3-19а-2,2 кОм $\pm$ 20%	I	
N I6	R39	OMIT-I-12 кОм $\pm$ 5%	I	
N I6	R41	C2-10-0,25-1,5 кОм $\pm$ 1%	I	
MI6	R42	C2-10-0,25-1,21 кОм $\pm$ 0,5%	I	
MI6	R43	МОН-0,5-10 Ом $\pm$ 10%	I	
N I6	R44	C2-26-0,5-4,75 кОм $\pm$ 2%	I	
N I6	R45, R46	C2-10-0,25-30,1 Ом $\pm$ 1%	2	
MI6	R47	C2-26-0,5-4,75 кОм $\pm$ 2%	I	
NI6	R48	OMIT-2-8,2 кОм $\pm$ 5%	I	
NI6	R49, R50	OMIT-0,25-75 Ом $\pm$ 10%	2	
NI5	R52	СП3-19а-1 кОм $\pm$ 20%	I	
NI5	R53	OMIT-0,25-15 кОм $\pm$ 10%	I	
NI5	R54	OMIT-0,25-750 Ом $\pm$ 5%	I	
MI5	R55	OMIT-0,25-750 Ом $\pm$ 5%	I	
NI5	R56, R57	C2-26-0,5-4,75 кОм $\pm$ 2%	2	
NI5	R58, R59	C2-26-0,5-9,09 кОм $\pm$ 2%	2	
NI5	R61	C2-26-0,5-5,11 кОм $\pm$ 1%	I	
NI5	R62	C2-10-0,25-422 Ом $\pm$ 1%	I	
MI5	R63	C2-26-0,5-5,11 кОм $\pm$ 1%	I	
MI5	R64	OMIT-0,25-150 кОм $\pm$ 10%	I	
NI5	R66	СП3-19а-470 Ом $\pm$ 20%	I	
MI5	R67	C2-10-0,25-51,1 Ом $\pm$ 1%	I	

Продолжение
Continued

Зона	Позиция, обозначение	Наименование	Количество	Примечание
Zone	Symbol in diagram	Description	Qty	Re- marks

Резисторы:

Resistors:

NI5	R68	C2-10-0,25-5I, I Ом±1%	I	
NI5	R69	OMIT-0,25-100 Ом±10%	I	
NI5	R71, R72	OMIT-0,25-750 Ом±10%	2	
MI5	R73	OMIT-0,25-100 Ом±10%	I	
NI5	R74	C2-10-0,25-437 Ом±1%	I	
MI5	R75	C2-10-0,25-437 Ом±1%	I	
NI5	R76	OMIT-0,25-I кОм±5%	I	
NI5	R77, R78	OMIT-0,25-5I Ом±10%	2	
MI5	R79	OMIT-0,25-I кОм±5%	I	
NI5	R81	OMIT-0,25-I,8 кОм±5%	I	
MI5	R82	OMIT-0,25-I,8 кОм±5%	I	
NI5	R83	C2-26-0,5-5,97 кОм±1%	I	
NI5	R84	C2-10-0,25-523 Ом±1%	I	
MI5	R85	C2-26-0,5-5,97 кОм±1%	I	
MI5	R86	C2-10-0,25-523 Ом±1%	I	
NI5	R87	СПЗ-19а-4,7 кОм±20%	I	
NI5	R88	C2-26-0,5-4,32 кОм±1%	I	
MI5	R89	C2-26-0,5-4,32 кОм±1%	I	
NI5	R91	OMIT-0,5-82 кОм±5%	I	
NI5	R92, R93	OMIT-0,25-12 кОм±5%	2	
MI5	R94	OMIT-0,5-82 кОм±5%	I	
NI5	R95	C2-26-0,5-5,62 кОм±1%	I	
MI5	R96	C2-26-0,5-5,62 кОм±1%	I	
NI5	R97	C2-26-0,5-620 Ом±2%	I	
NI5	R98	C2-26-0,5-750 Ом±2%	I	
NI5	R99	OMIT-I-6,2 кОм±5%	I	
NI5	RI01, RI02	OMIT-I-8,2 кОм±5%	2	
MI5	RI03	OMIT-I-6,2 кОм±5%	I	
NI5	RI04, RI05	OMIT-0,25-75 Ом±10%	2	
NI5	RI06	OMIT-0,125-30 Ом±10%	I	
NI5	RI07	OMIT-0,125-30 Ом±10%	I	
MI5	RI08	OMIT-0,5-100 кОм±10%	I	

Продолжение
Continued

Зона	Позиция, обозначение	Наименование	Количество	Примечание
Zone	Symbol in diagram	Description	Qty	Re- marks

Конденсаторы:

Capacitors:

MI6	CI, C4	KD-26-H90-0,01 ^{+80%} _{-20%}	2	
MI6	C2, C3	KD-26-H90-0,01 ^{+80%} _{-20%}	2	
MI6	C5	KD-I-M75-3,3 пФ ^{+0,4-3}	I	
MI6	C6	K50-6-I-50 B-5 мкФ	I	
MI6	C7, C8	K50-6-I-25 B-5 мкФ	2	
MI6	C9	KM-6-H90-I мкФ	I	
MI6	C10	KM-6-H90-0,33 мкФ	I	
MI6	C11	KM-56-H90-0,015 мкФ изолированный insulated	I	
MI6	CI2, CI3	KD-26-H90-6800 ^{+80%} _{-20%}	2	
MI6	CI4	KM-6-H90-I мкФ	I	
MI6	CI5	K50-6-I-25 B-5 мкФ	I	
MI6	CI6	KM-6-H90-I мкФ	I	
MI6	CI7	K50-6-I-25 B-5 мкФ	I	
MI5	CI8...C20	KD-26-H90-0,01 ^{+80%} _{-20%}	3	
MI5	C22	KT4-2I6-4/20 пФ	I	
MI5	C23, C24	KD-26-H90-0,01 ^{+80%} _{-20%}	2	
MI5	C25	KT4-2I6-4/20 пФ	I	
MI5	C26	KD-I-MI300-36 пФ ^{+10%-3}	I	
MI5	C27	KT4-2I6-4/20 пФ	I	
MI5	C28, C29	KM-56-H90-0,015 мкФ изолированные insulated	2	

Продолжение

Continued

Зона	Позиция, обозначение	Наименование	Количество	Примечание
Zone	Symbol in diagram	Description	Qty	Remarks

Конденсаторы:

Capacitors:

MI5	C30	КД-I-MI300-36 пФ $\pm 10\%$ -3	I
NI5	C31	КТ4-2I6-4/20 пФ	I
NI5	C32, C33	КД-26-H90-0,0I $\pm 80\%$ -20%	2
NI5	C34	КТ4-2I6-4/20 пФ	I
NI5	C35	КТ4-2I6-I/5 пФ	I
MI5	C36	КТ4-2I6-I/5 пФ	I
NI5	C37	КД-I-M75-I,5 пФ $\pm 0,4-3$	I
MI5	C38	КД-I-M75-I,5 пФ $\pm 0,4-3$	I
NI5	C39...C41	КД-26-H90-0,0I $\pm 80\%$ -20%	3
NI5	C42	КТ4-2I6-2/10 пФ	I
NI6	BI	Переключатель П2К Switch П2К	I
NI6	ДИ...Д4	Стабилитрон 2CI75A Zener diode 2CI75A	4
	Д5, Д6	Стабилитрон 2CI56A Zener diode 2CI56A	2
MI6	Др.1... Др.6	Дроссель высокочастотный ДИ-0,1-22 $\pm 5\%$ R.f. choke ДИ-0.1-22 $\pm 5\%$	6
MI5	Др.7, Др.8	Дроссель высокочастотный ДИ-0,1-22 $\pm 5\%$ R.f. choke ДИ -0,1-22 $\pm 5\%$	2

Продолжение

Continued

Зона Zone	Позиция, обозначение Symbol in diagram	Наименование Description	Количество Qty	Примечание Remarks
NI6	Др.9	Дроссель высокочастотный ДИ-I,2-I $\pm$ 10% R.f. choke ДИ-1.2-1 $\pm$ 10%	I	
	MC1	Микросхема INT59IT Microcircuit INT59IT	I	
	MC2	Матрица транзисторная 2TC6I3Б Array of transistors 2TC6I3B	I	
MI6	P1, P2	Реле РЭС-I5 Relay РЭС-15	2	

Транзисторы:

Transistors:

NI6	T2, T3	2T326Б	2
NI6	T5...TI2	2T316Б	8
NI5	TI6, TI7	2T326Б	2
NI5	T2I	2T602Б	I
NI5	T22, T23	2T9I4	2
MI5	T24	2T602Б	I
NI5	T25	2T9I4	I
MI5	T26	2T9I4	I
	III, III2	Вилка МРН8-I Plug МРН8-I	2

ПЕРЕЧЕНЬ
элементов к схеме калибратора (Рис.9)

LIST
of Elements for Calibrator Circuit (Fig.9)

Зона Zone	Позиция, обозначение Symbol in diagram	Наименование Description	Количество Qty	Примечание Remarks
		Плата калибратора 6.692.295 Calibrator board 6.692.295	I	VI2

Резисторы:
Resistors:

018	R1	ОМЛТ-0,125-22 кОм±10%	I	
018	R2	ОМЛТ-0,125-3 кОм±10%	I	
018	R3	ОМЛТ-0,125-4,7 кОм±10%	I	
018	R4, R5	ОМЛТ-0,125-1,2 кОм±10%	2	
018	R6	ОМЛТ-0,125-13 кОм±10%	I	
018	R7	ОМЛТ-0,125-12 кОм±10%	I	
017	R8	ОМЛТ-0,25-510 Ом±10%	I	
017	R9	ОМЛТ-0,5-750 Ом±10%	I	
017	R10	ОМЛТ-0,125-200 Ом±10%	I	
017	R11	СП5-16ТА-0,25 Вт 150 Ом±10%	I	
017	R12	С2-10-0,25-340 Ом±0,5%	I	
017	R13	С2-10-0,125-51,1 Ом±0,5%	I	

Конденсаторы:
Capacitors:

018	C1	КМ-56-М750-1000 пФ±10% изолированный insulated	I	
018	C2	КМ-56-М47-39 пФ±10% изолированный insulated	I	

18

17

17

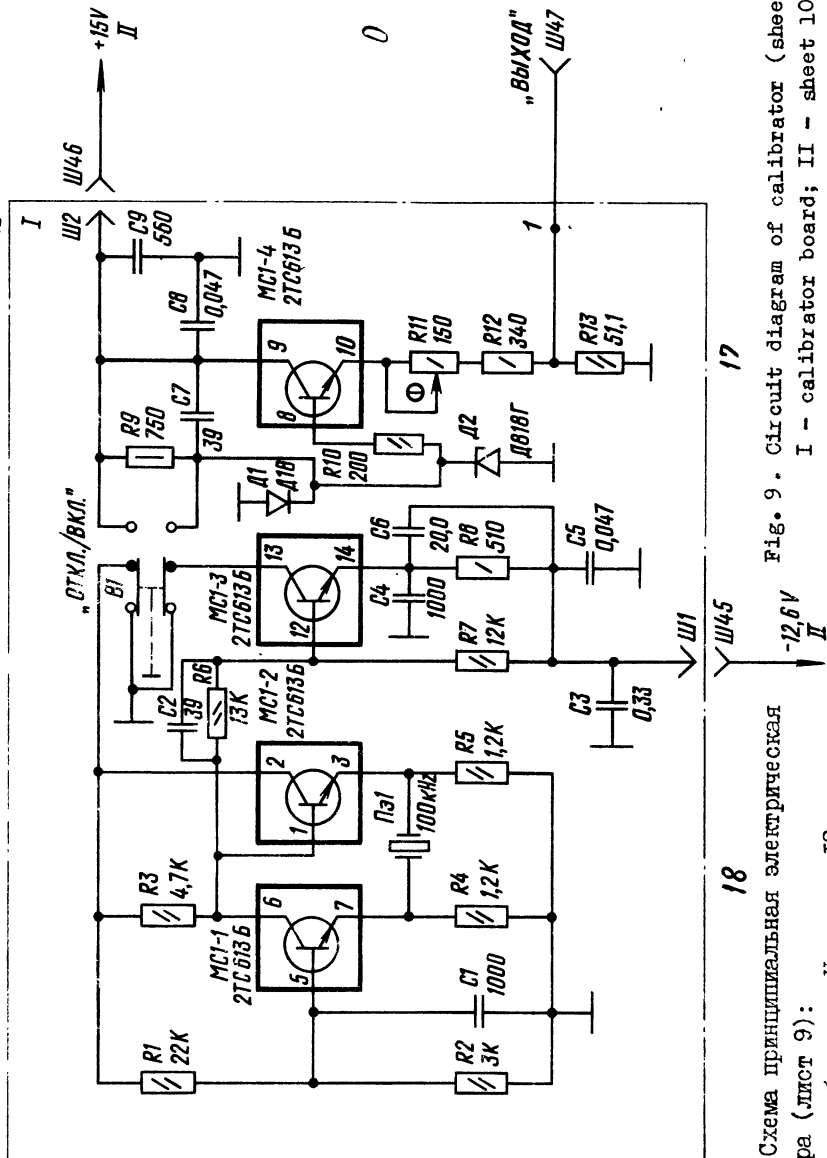


Рис. 9. Схема принципиальная электрическая
калибратора (лист 9):
I - плата калибратора; II - лист 10

Fig. 9. Circuit diagram of calibrator (sheet 9):
I - calibrator board; II - sheet 10

Зона	Позиция, обозначе- ние	Наименование	Коли- чество	Приме- чание
Zone	Symbol in diagram	Description	Qty	Remarks

Конденсаторы:

Capacitors:

018	C3	КМ-6-Н90-0,33 мкФ	I	
018	C4	КМ-56-М750-1000 пФ±10% изолированный insulated	I	
017	C5	КМ-56-Н90-0,047 мкФ изолированный insulated	I	
017	C6	К50-6-1-25 В-20 мкФ	I	
017	C7	КМ-56-М47-39 пФ±10% изолированный insulated	I	
017	C8	КМ-56-Н90-0,047 мкФ изолированный insulated	I	
017	C9	КМ-56-М1500-560 пФ±10% изолированный insulated	I	
017	В1	Переключатель П2К Switch П2К	I	
017	Д1	Диод Д18 Diode Д18	I	
017	Д2	Стабилитрон Д818Г Zener diode Д818Г	I	
018, 017	МС1	Матрица транзисторная 2ТС613Б Array of transistors 2ТС613Б	I	
018	Рз1	Резонатор ИИВ-18БХ100 кГц-32 Resonator ИИВ-18БХ100 кГц-32	I	
017	Ш1, Ш2	Штырь One-pin plug	2	

ПЕРЕЧЕНЬ
элементов к схеме низковольтных источников питания (Рис.10)
LIST
of Elements for Low-Voltage Power Sources (Fig.10)

Зона Zone	Позиция, обозначение Symbol in diagram	Наименование Description	Количество Qty	Примечание Remarks
		Плата выпрямительных мостов 6.692.296 Rectifier bridge board 6.692.296		
		Резисторы: Resistors:		
Q20	R1	ОМЛТ-0,5-200 $\text{кОм} \pm 10\%$	1	
Q20	R2	ОМЛТ-0,5-12 $\text{кОм} \pm 10\%$	1	
Q19	R3	ОМЛТ-0,5-100 $\text{кОм} \pm 10\%$	1	
Q20	C1, C2	Конденсатор КД-26-Н90-0,01 $^{+80\%}_{-20\%}$ Capacitor КД-26-Н90-0,01 $^{+80\%}_{-20\%}$	2	
Q20	C3	Конденсатор КМ-56-Н90-0,15 мкФ изолированный Capacitor КМ-56-Н90-0.15 insulated	1	
Q19	C4, C5	Конденсатор КД-26-Н90-0,01 $^{+80\%}_{-20\%}$ Capacitor КД-26-Н90-0,01 $^{+80\%}_{-20\%}$	2	
Q20	Д1...Д8	Диод Д237Б Diode Д237Б	8	

Продолжение

Continued

Зона	Позиция, обозначение	Наименование	Количество	Примечание
Zone	Symbol in diagram	Description	Qty	Re- marks
Q19	D9-D12	Диод Д237Б Diode Д237Б	4	
		Плата стабилизаторов 6.692.297 Stabilizer board 6.692.297	I	У14

Резисторы:

Resistors:

Q20	R1	ОМЛТ-0,25-12 кОм±10%	I
P20	R2	ОМЛТ-0,25-12 кОм±10%	I
P20	R3	ОМЛТ-0,125-560 Ом±10%	I
P20	R4	ПТМН-0,5-150 кОм±1%	I
Q20	R5	ОМЛТ-0,25-2 кОм±10%	I
P20	R6	СН5-16ТА-0,25 Вт 22 кОм±10%	I
P20	R7	ОМЛТ-0,25-1 кОм±10%	I
Q20	R8	ОМЛТ-0,25-51 Ом±10%	I
P20	R9	ОМЛТ-0,125-1 кОм±10%	I
P20	RII	ОМЛТ-0,25-10 кОм±10%	I
P20	RI2	ОМЛТ-0,125-560 Ом±10%	I
P20	RI3	ПТМН-0,5-36 кОм±1%	I
Q20	RI4	ОМЛТ-0,25-2 кОм±10%	I
P20	RI5	СН5-16ТА-0,25 Вт 22 кОм±10%	I
P20	RI6	ОМЛТ-0,25-1 кОм±10%	I
Q20	RI7	ОМЛТ-0,25-51 Ом±10%	I
P20	RI8	ОМЛТ-0,125-1 кОм±10%	I
P20	RI9	ОМЛТ-0,25-10 кОм±10%	I
P20	R2I	ОМЛТ-1-220 Ом±10%	I
P20	R22	ОМЛТ-0,25-360 Ом±10%	I
P20	R23	ОМЛТ-0,125-560 Ом±10%	I

Продолжение
Continued

Зона	Позиция обозначение	Наименование	Количество	Примечание
Zone	Symbol in diagram	Description	Qty	Remarks

Резисторы:

Resistors:

P20	R24	C5-5-I Вт 3,6 кОм±1%	I
Q20	R25	ОМЛТ-0,25-2 кОм±10%	I
P20	R26	СП5-16ТА-0,25 Вт 22 кОм±10%	I
P20	R27	ОМЛТ-0,25-1 кОм±10%	I
Q20	R28	ОМЛТ-0,25-5I Ом±10%	I
P20	R29	ОМЛТ-0,125-1 кОм±10%	I
P20	R31	ОМЛТ-0,25-10 кОм±10%	I
PI9	R32	ОМЛТ-1-150 Ом±10%	I
PI9	R33	ОМЛТ-0,25-200 Ом±10%	I
PI9	R34	ОМЛТ-0,125-560 Ом±10%	I
PI9	R35	C5-5-I Вт 3,3 кОм±1%	I
PI9	R36	СП5-16ТА-0,25 Вт 22 кОм±10%	I
PI9	R37	ОМЛТ-0,25-1 кОм±10%	I
PI9	R38	ОМЛТ-0,125-1 кОм±10%	I
PI9	R39	ОМЛТ-0,25-5I Ом±10%	I
PI9	R41	ОМЛТ-0,25-10 кОм±10%	I
PI9	R42	ОМЛТ-0,125-560 Ом±10%	I
PI9	R43	ПТМН-0,5-100 кОм±1%	I
QI9	R44	ОМЛТ-0,25-560 Ом±10%	I
PI9	R45	СП5-16ТА-0,25 Вт 22 кОм±10%	I
PI9	R46	ОМЛТ-0,25-1 кОм±10%	I
PI9	R47	ОМЛТ-0,125-1 кОм±10%	I
PI9	R48	ОМЛТ-0,25-10 кОм±10%	I

Конденсаторы:

Capacitors:

P20	CI	КД-26-Н90-0,01 ^{+80%} _{-20%}	I
P20	C2	КМ-56-М750-180 пФ±10% изолированный insulated	I

Продолжение
Continued

Зона	Позиция, обозначение	Наименование	Количество	Примечание
Zone	Symbol in diagram	Description	Qty	Re- marks
Конденсаторы: Capacitors:				
P20	C3	КД-26-Н90-0,01 ^{+80%} _{-20%}	I	
P20	C4*	КМ-6-Н50-0,015 мкФ	I	0,033 μ F мкФ
P20	C5*	КМ-6-М1500-820 пФ _{+10%}	I	1500 пФ
P20	C6	К50-6-1-50 В-5 мкФ	I	pF
P20	C7	КМ-56-М750-180 пФ _{+10%} изолированный insulated	I	
P20	C8	КМ-56-Н90-0,1 мкФ изолированный insulated	I	
P20	C9*	КМ-6-Н90-0,047 мкФ	I	0,068 μ F мкФ
P20	C10*	КМ-6-М1500-820 пФ _{+10%}	I	1500 пФ
P20	C11	К50-6-1-25 В-10 мкФ	I	pF
P20	C12	КМ-56-М750-180 пФ _{+10%} изолирован- ный insulated	I	
P20	C13	КМ-56-Н90-0,1 мкФ изолированный insulated	I	
P20	C14*	КМ-6-Н90-0,047 мкФ	I	μ F 0,068 мкФ
P20	C15*	КМ-6-М1500-820 пФ _{+10%}	I	1500 пФ
PI9	C16	К50-6-1-25 В-10 мкФ	I	pF

Продолжение
Continued

Зона Zone	Позиция. обозначе- ние Symbol in diagram	Наименование Description	Коли- чество Qty	Приме- чание Re- marks
Конденсаторы: Capacitors:				
PI9	CI7	КМ-56-M750-I80 пФ $\pm$ 10% изолирован- ный insulated	I	
PI9	CI8	КМ-56-H90-0,1 мкФ изолированный insulated	I	
PI9	CI9*	КМ-6-MI500-820 пФ $\pm$ 10%	I	1500 пФ pF
PI9	C20	К50-6-I-I60 В-2 мкФ	I	
PI9	C2I	КМ-56-M750-I80 пФ $\pm$ 10% изолирован- ный insulated	I	
PI9	C22	КД-26-H90-0,01 $\pm$ ^{+80%} _{-20%}	I	
PI9	C23*	КМ-6-MI500-820 пФ $\pm$ 10%	I	1500 пФ pF
P20	DI...D4	Диод 2Д503А Diode 2Д503А	4	
P20	D5	Стабилитрон 2CI56А Zener diode 2CI56А	I	
P20	D6	Стабилитрон Д8I8Г Zener diode Д8I8Г	I	
P20	D7, D8	Диод 2Д503А Diode 2Д503А	2	

Продолжение

Continued

Зона	Позиция, обозначение	Наименование	Количество	Примечание
Zone	Symbol in diagram	Description	Qty	Re- marks
P20	Д9	Стабилитрон Д818Г Zener diode Д818Г	1	
PI9	Д11	Стабилитрон 2С156А Zener diode 2С156А	1	
PI9	Д12...Д15	Диод 2Д503А Diode 2Д503А	4	
P20	МС1...МС3	Микросхема IУТ401А Microcircuit IУТ401А	3	
PI9	МС4, МС5	Микросхема IУТ401А Microcircuit IУТ401А	2	

Предохранители:

Fuses:

Q20	Пр.1	ВНП-I 0,25А	1
Q20	Пр.2	ВНП-I 0,5А	1
Q20	Пр.3	ВНП-I 1,0А	1
Q19	Пр.4	ВНП-I 2,0А	1
Q19	Пр.5	ВНП-I 0,25А	1

Продолжение
Continued

Зона Zone	Позиция, обозначение Symbol in diagram	Наименование Description	Количество Qty	Примечание Remarks
--------------	---	-----------------------------	-------------------	-----------------------

Транзисторы:

Transistors:

P20	T1, T2	2T203A	2	VI5
Q20	T3	2T602B	1	
P20	T4	2T203A	1	
P20	T5	2T602B	1	
P20	T6	2T203A	1	
P20	T7	2T602B	1	
PI9	T8, T9	2T602B	2	
		Плата выходных конденсаторов 6.692.298	1	
		Output capacitor board 6.692.298		

Конденсаторы:

Capacitors:

P20	C1, C2	K50-6-II-50 B-50 мкФ	2
P20	C3, C4*	K50-6-II-25 B-200 мкФ	2
PI9	C5*, C6	K50-6-II-25 B-200 мкФ	2
PI9	C7, C8	K50-6-II-I60 B-10 мкФ	2

ПЕРЕЧЕНЬ
элементов к схеме генератора импульсов

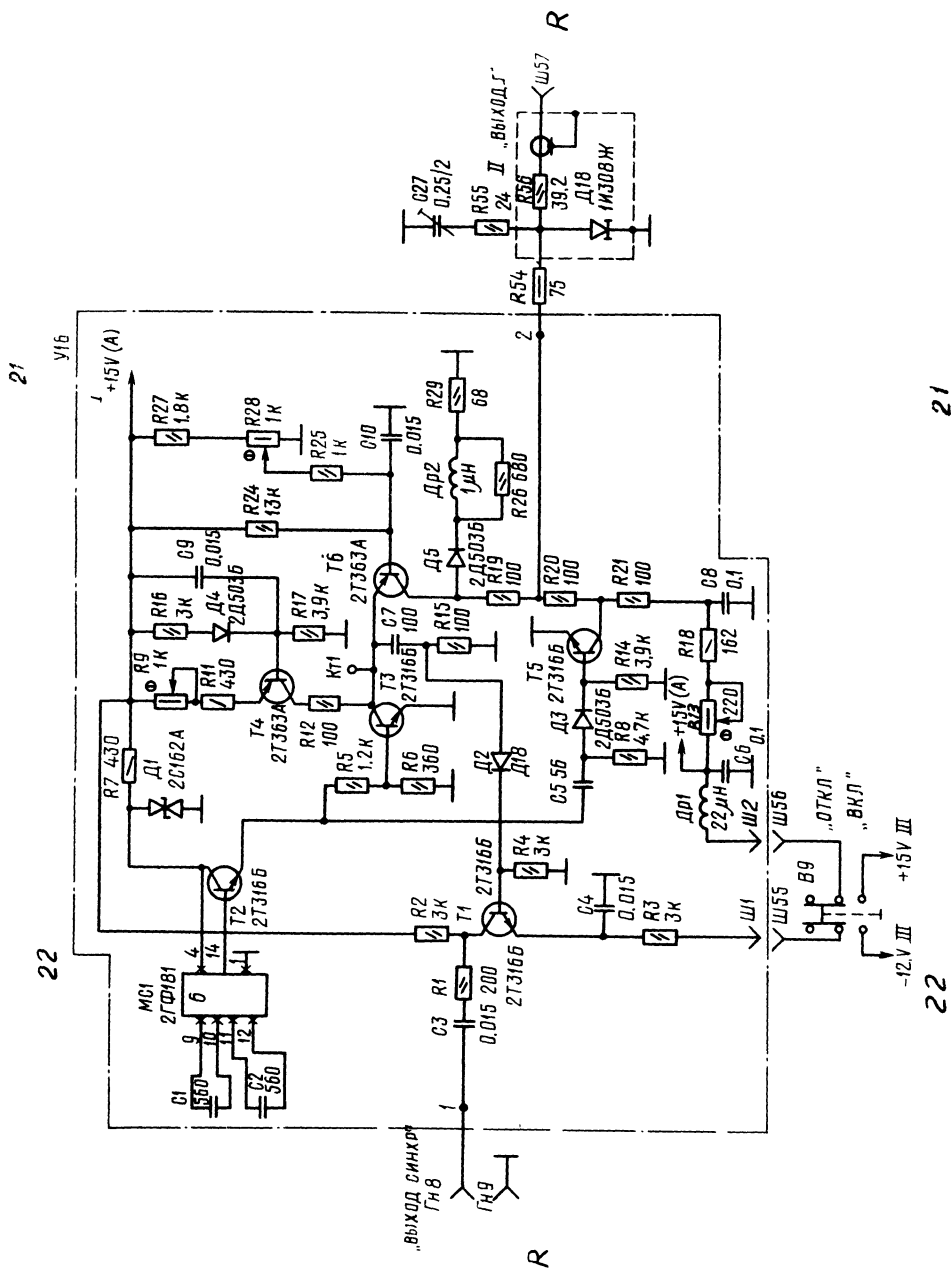
LIST
of Elements for Pulse Generator Circuit

Зона Zone	Позиция, обозначение Symbol in diagram	Наименование Description	Количество Qty	Примечание Remarks
		Плата генератора импульсов 6.692.308 Pulse generator board 6.692.308	I	

Резисторы:

Resistors:

R22	RI	ОМЛТ-0,125-200 Ом $\pm$ 10%	I
R22	R2	ОМЛТ-0,125-2 кОм $\pm$ 10%	I
R22	R3, R4	ОМЛТ-0,125-3 кОм $\pm$ 10%	2
R22	R5	ОМЛТ-0,125-1,2 кОм $\pm$ 10%	I
R22	R6	ОМЛТ-0,125-360 Ом $\pm$ 10%	I
R22	R7	ОМЛТ-0,25-430 Ом $\pm$ 10%	I
R22	R8	ОМЛТ-0,125-4,7 кОм $\pm$ 10%	I
R22	R9	СПЗ-19а-1 кОм $\pm$ 20%	I
R22	RII	ОМЛТ-0,25-430 Ом $\pm$ 10%	I
R22	RI2	ОМЛТ-0,125-100 Ом $\pm$ 10%	I
R22	RI3	СПЗ-19а-220 Ом $\pm$ 20%	I
R22	RI4	ОМЛТ-0,125-3,9 кОм $\pm$ 10%	I
R22	RI5	ОМЛТ-0,125-100 Ом $\pm$ 10%	I
R22	RI6	ОМЛТ-0,125-3 кОм $\pm$ 10%	I
R22	RI7	ОМЛТ-0,125-3,9 кОм $\pm$ 10%	I
R22	RI8	С2-10-0,25-162 Ом $\pm$ 1%	I
R2I	RI9...R2I	ОМЛТ-0,125-100 Ом $\pm$ 10%	3
R2I	R24	ОМЛТ-0,125-13 кОм $\pm$ 10%	I
R2I	R25	ОМЛТ-0,125-1 кОм $\pm$ 10%	I



Зона Zone	Позиция, обозначение Symbol in diagram	Наименование Description	Количество Qty	Примечание Remarks
Резисторы: Resistors:				
R2A	R26	OMTT-0,125-680 Ом $\pm$ 10%	1	
R2I	R27	OMTT-0,125-1,8 кОм $\pm$ 10%	1	
R2I	R28	СПЗ-19а-1 кОм $\pm$ 20%	1	
R2I	R29	OMTT-0,125-68 Ом $\pm$ 10%	1	
Конденсаторы изолированные: Insulated capacitors:				
R22	C1, C2	КМ-56-М1500-550 пФ $\pm$ 5%	2	
R22	C3, C4	КМ-56-Н90-0,015 мкФ	2	
R22	C5	КМ-56-М75-56 пФ $\pm$ 10%	1	
R22	C6	КМ-56-Н90-0,1 мкФ	1	
R22	C7	КМ-56-М750-100 пФ $\pm$ 10%	1	
R2I	C8	КМ-56-Н90-0,1 мкФ	1	
R2I	C9, C10	КМ-56-Н90-0,015 мкФ	2	
R22	DI	Стабилитрон 2C162A Zener diode 2C162A	1	
R22	D2	Диод DI8 Diode DI8	1	
R22	D3, D4	Диод 2Д503Б Diode 2Д503Б	2	
R2I	D5	Диод 2Д503Б Diode 2Д503Б	1	

Рис. 11. Схема принципиальная электрическая генератора импульсов
(лист 11):

I - плата генератора импульсов; II - формирователь; III - лист 10

Fig.11. Circuit diagram of pulse generator (sheet 11):

I - pulse generator board; II - shaper; III - sheet 10

Зона	Позиция, обозначение	Наименование	Количество	Примечание
Zone	Symbol in diagram	Description	Qty	Re- marks

Дроссели высокочастотные:

R.f. chokes:

R22	Др.1	ДИ-0,1-22±5%	1	
R21	Др.2	ДИ-1,2-1±10%	1	
R22	МС1	Микросхема 2ТФ181	1	
		Microcircuit 2ТФ181		

Транзисторы:

Transistors:

R22	Т1...Т3	2Т316Б	3	
R22	Т4	2Т363А	1	
R22	Т5	2Т316Б	1	
R21	Т6	2Т363А	1	
R22	Ш1, Ш2	Штырь	2	
		One-pin plug		

ПЕРЕЧЕНЬ

ЭЛЕМЕНТОВ К СХЕМЕ ВЫСОКОВОЛЬТНОГО ИСТОЧНИКА ПИТАНИЯ

LIST

of Elements for High-Voltage Power Source

Зона Zone	Позиция, обозначение Symbol in diagram	Наименование Description	Количество Qty	Примечание Remarks
		Преобразователь высоковольтный 2.206.017 High-voltage converter 2.206.017	I	У17

Резисторы:

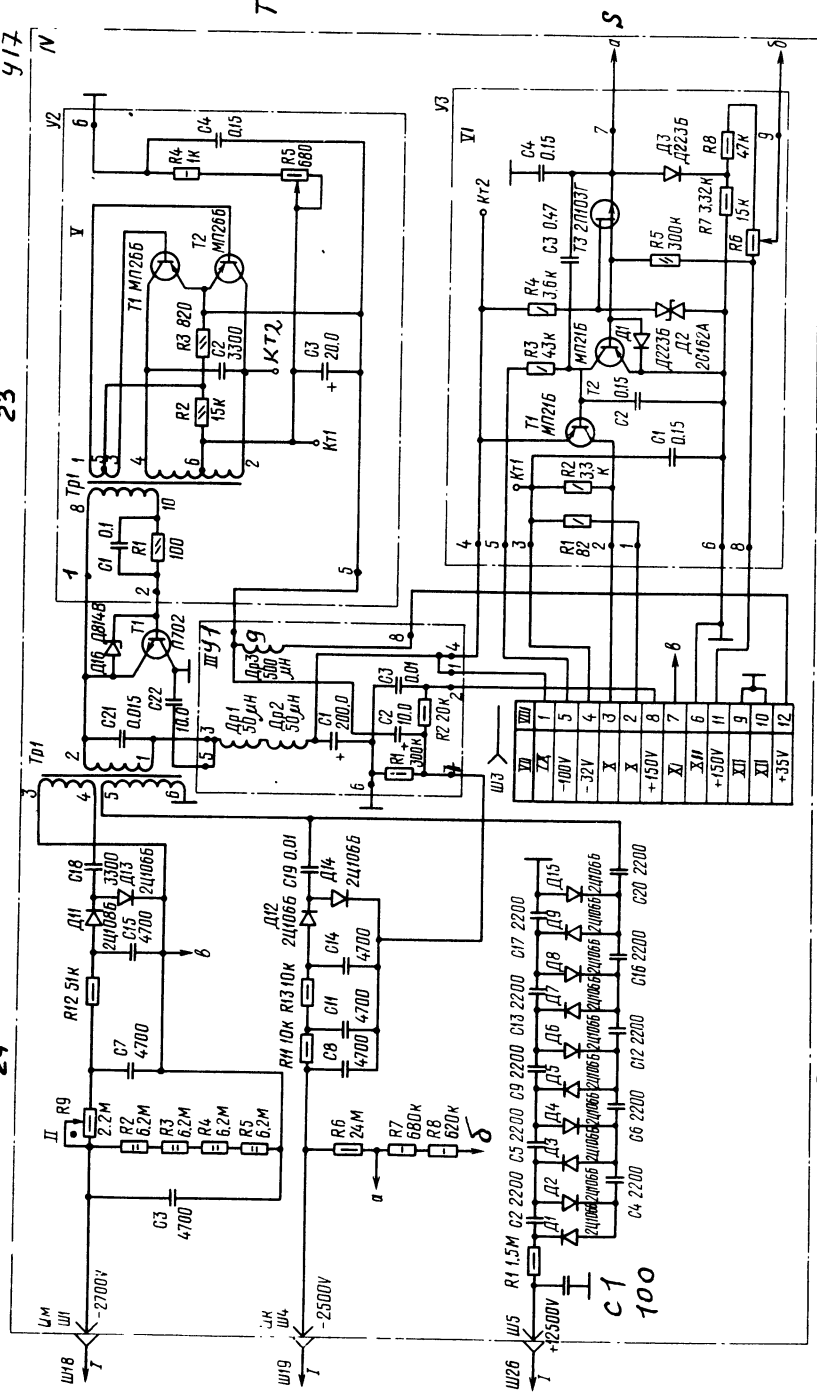
Resistors:

S24	RI	ОМЛТ-0,5-1,5 МОМ±10%	I
T24	R2...R5	ОМЛТ-2-6,2 МОМ±10%	4
T24	R6	С5-24-0,5-24 МОМ 5%	I
T24	R7	ПТМН-I-680 КОМ±1%	I
T24	R8	ПТМН-I-620 КОМ±1%	I
T24	R9	СПЗ-9а-I6-2,2 МОМ±30%	I
T24	RII	ОМЛТ-0,5-10 КОМ±10%	I
T24	RI2	ОМЛТ-0,5-5I КОМ±10%	I
T24	RI3	ОМЛТ-0,5-10 КОМ±10%	I

Конденсаторы:

Capacitors:

S24	CI	КВИ-2-I6-100±20%	I
S24	C2	KI5-5-H70-6,3 КВ-2200 пФ	I
T24	C3	KI5-5-H70-6,3 КВ-4700 пФ	I
S24	C4...C6	KI5-5-H70-6,3 КВ-2200 пФ	3



Зона	Позиция, обозначение	Наименование	Количество	Примечание
Zone	Symbol in diagram	Description	Qty	Re- marks

Конденсаторы:

Capacitors:

T24	C7, C8	KI5-5-H70-6,3 кВ-4700 пФ	2	
S24	C9	KI5-5-H70-6,3 кВ-2200 пФ	1	
T24	C11	KI5-5-H70-6,3 кВ-4700 пФ	1	
S24	C12, C13	KI5-5-H70-6,3 кВ-2200 пФ	2	
T24	C14, C15	KI5-5-H70-6,3 кВ-4700 пФ	2	
S24	C16, C17	KI5-5-H70-6,3 кВ-2200 пФ	2	
T24	C18	KI5-5-H20-3 кВ-3300 пФ	1	
T24	C19	KI5-5-H70-1,6 кВ-0,01 мкФ	1	
S24	C20	KI5-5-H70-6,3 кВ-2200 пФ	1	
T24	C21	КМ-56-H90-0,015 мкФ изолированный insulated	1	
T24	C22	K76H-I-a-10±10%	1	

Выпрямительные столбы:

Rectifier stacks:

S24	Д1...Д9	2Ц106Б	9	
T24	Д11...Д15	2Ц106Б	5	
T23	Д16	Стабилитрон ДС14В Zener diode	1	

Рис. 12. Схема принципиальная электрическая высоковольтного источника питания (лист 12):

I - лист 4; II - корректировка яркости; III - плата фильтров; IV - преобразователь высоковольтный; V - плата преобразователя; VI - плата стабилизатора; VII - цепь; VIII - контакт; IX - стабилизатор; X - резистор; XI - подсвет; XII - корпус; Кт - контрольные точки

Fig. 12. Circuit diagram of high-voltage power source (sheet 12):

I - sheet 4; II - brightness adjustment; III - filters board; IV - high-voltage converter; V - converter board; VI - stabilizer board; VII - circuit; VIII - contact; IX - stabilizer; X - resistor; XI - illumination; XII - case; Кт - check points

Продолжение
Continued

Зона Zone	Позиция, обозначение Symbol in diagram	Наименование Description	Количество Qty	Примечание Remarks
T23	TI	Транзистор П702 Transistor П702	I	
T24	Tr.I	Трансформатор Transformer	I	
T24	III	Штырь One-pin plug	I	
S24	III3	Розетка РГПН-1-4 Socket РГПН-1-4	I	
T24	III4	Штырь One-pin plug	I	
S24	III5	Цанга Collet	I	
		Плата фильтров 6.692.310 Filter board 6.692.310	I	VI

Резисторы:

Resistors:

T24	RI	OMIT-0,5-300 $\text{КОМ} \pm 10\%$	I	
T24	R2	OMIT-0,5-20 $\text{КОМ} \pm 10\%$	I	

Зона	Позиция, обозначение	Наименование	Количество	Примечание
Zone	Symbol in diagram	Description	Qty	Re- marks

Конденсаторы:

Capacitors:

T24	CI	K50-6-II-25 В-200 мкФ	I	
T24	C2	K50-6-II-160 В-10 мкФ	I	
T24	C3	КД-26-Н90-0,01 $\pm$ 80% -20%	I	

Дроссели высокочастотные:

R.f. chokes:

T24	Др.1, Др.2	ДМ-0,6-50 $\pm$ 5%	2	
T23	Др.3	ДМ-0,1-500 $\pm$ 5%	I	

Плата преобразователя 6.692.272 I Y2

Converter board 6.692.272

Резисторы:

Resistors:

T23	RI	ОМЛТ-0,125-100 Ом $\pm$ 10%	I	
T23	R2	ОМЛТ-0,125-15 кОм $\pm$ 10%	I	
T23	R3	ОМЛТ-0,125-820 Ом $\pm$ 10%	I	
T23	R4	ОМЛТ-1-1 кОм $\pm$ 10%	I	
T23	R5	СП5-16ТА-0,5 Вт 680 Ом $\pm$ 10%	I	

Конденсаторы:

Capacitors:

T23	CI	КМ-56-Н90-0,1 мкФ изолированный insulated	I	
T23	C2	КМ-56-М1500-3300 пФ $\pm$ 10% изолированный insulated	I	

Зона Zone	Позиция, обозначение Symbol in diagram	Наименование Description	Количество Qty	Примечание Remarks
--------------	---	-----------------------------	-------------------	-----------------------

Конденсаторы:
Capacitors:

T23	C3	K50-6-I-25 В 20 мкФ	I	
T23	C4	KM-56-H90-0,15 мкФ изолированный insulated	I	
T23	TI, T2	Транзистор МП26Б Transistor МП26Б	2	
T23	Тр. I	Трансформатор Transformer	I	
		Плата стабилизатора 6.692.271 Stabilizer board 6.692.271	I	УЗ

Резисторы:

Resistors:

S23	R1	ОМЛТ-0,25-82 Ом±10%	I	
S23	R2	ОМЛТ-0,25-3,3 кОм±10%	I	
S23	R3	ОМЛТ-0,25-43 кОм±10%	I	
S23	R4	ОМЛТ-0,25-3,6 кОм±10%	I	
S23	R5	ОМЛТ-0,125-300 кОм±10%	I	
S23	R6	СП5-16ТА-0,5-0,5 Вт 15 кОм±10%	I	
S23	R7	С2-26-0,5-3,32 кОм±1%	I	
S23	R8	ПТМН-0,5-47 кОм±1%	I	

Конденсаторы:

Capacitors:

S23	CI	KM-56-H90-0,15 мкФ изолированный insulated	I	
-----	----	---	---	--

Окончание
End

Зона	Позиция, обозначение	Наименование	Количество	Примечание
Zone	Symbol in diagram	Description	Qty	Remarks

Конденсаторы:

Capacitors:

S23	C2	КМ-6-Н90-0,15 мкФ	I
S23	C3	КМ-6-Н90-0,47 мкФ	I
S23	C4	КМ-6-Н90-0,15 мкФ	I
S23	Д1	Диод Д223Б	I
		Diode	
S23	Д2	Стабилитрон 2С162А	I
		Zener diode 2C162A	
S23	Д3	Диод Д223Б	I
		Diode	
S23	Т1, Т2	Транзистор МП21Б	2
		Transistor	
S23	Т3	Транзистор полевой 2П103Г	I
		Field transistor	

TABLE OF CONTENTS

	Page
1. Purpose	90
2. Specifications	90
3. Oscilloscope Components	94
4. Design and Operation of Oscilloscope and Components..	95
4.1. Operating Principle	95
4.2. Vertical Amplifier	97
4.3. Cathode-Ray Indicator	102
4.4. Illumination Pulse Amplifier	102
4.5. Sawtooth Voltage Trigger Shaper	103

	Page
4.6. Horizontal Amplifier	114
4.7. Calibrator	116
4.8. Pulse Generator	117
4.9. Low-Voltage Power Sources	118,
4.10. High-Voltage Power Source	121
4.11. Construction	123
5. Marking and Sealing	126
6. General Operating Instructions	126
7. Safety Measures	127
8. Preparation for Operation	127
9. Operation	129
9.1. Preparation for Measurements	129
9.2. Measurements	134
10. Trouble Shooting	143
10.1. General	143
10.2. Trouble Chart	146
10.3. Dismantling and Assembly of Oscilloscope and Replacement of Components	154
11. Maintenance	158
12. Checking	159
12.1. Checking Operations and Facilities	159
12.2. Checking Conditions and Preparatory Operations	162
12.3. Checking Procedure	164
13. Storage	174
14. Transportation	175
14.1. Packing and Marking	175
14.2. Transportation Requirements	176
Appendix 1. Winding Data of Transformers and Inductance Coils	189
Appendix 2. Tables of Circuit Element Voltages	196
Appendix 3. Signal Waveforms	210
Appendix 4. The Layout of Elements	216
Appendix 5. Circuit Diagrams with Lists of Elements ...	228

Внешторгиздат. Изд. № 445М Осциллограф СИ-75.

Техническое описание и инструкция по эксплуатации на русском
и английском языках.

Типография ВТИ. Заказ № 3152

УВАЖАЕМЫЙ ПОТРЕБИТЕЛЬ!

Изготовитель просит дать Ваш отзыв о работе изделия, заполнив и отправив "Карточку" в адрес отраслевого отдела качества с копией в наш адрес.

КАРТОЧКА ОТЗЫВА ПОТРЕБИТЕЛЯ

Карточка отзыва потребителя возвращается изготовителю не позднее одного года с момента получения (эксплуатации) прибора.

1. Тип изделия
2. Заводской номер изделия
3. Дата выпуска
4. Получатель и дата получения изделия
5. В каком состоянии изделие поступило к Вам:
были ли замечены какие-либо дефекты по
причине некачественной упаковки или изгото-
вления
6. Когда и какой ремонт или регулировку потре-
бовалось производить за время работы изде-
лия
7. Какие элементы приходилось заменять
8. Результаты проверки технических характе-
ристик изделия и соответствие их паспортным
данным
9. Предъявлялись ли рекламации поставщику
(указать номер и дату предъявления).
10. Сколько времени изделие работало до пер-
вого отказа (в часах)
11. Насколько удобно работать с изделием в
условиях Вашего предприятия
12. Ваши пожелания о направлениях дальнейшего
совершенствования (модернизации) изделия
13. Сколько времени изделие наработало (сум-
марное время в часах) с момента его
получения до заполнения карточки отзыва.

Подпись _____ " _____ 197__ г.

Адрес НИИРИТ, г.Каунас;
служба отраслевого отдела качества.

УВАЖАЕМЫЙ ПОТРЕБИТЕЛЬ!

Изготовитель просит дать Ваш отзыв о работе изделия, заполнив и отправив "Карточку" в адрес отраслевого отдела качества с копией в наш адрес.

КАРТОЧКА ОТЗЫВА ПОТРЕБИТЕЛЯ

Карточка отзыва потребителя возвращается изготовителю не позднее одного года с момента получения (эксплуатации) прибора.

1. Тип изделия
2. Заводской номер изделия
3. Дата выпуска
4. Получатель и дата получения изделия
5. В каком состоянии изделие поступило к Вам:
были ли замечены какие-либо дефекты по
причине некачественной упаковки или изготов-
ления
6. Когда и какой ремонт или регулировку потре-
бовалось производить за время работы изда-
ния
7. Какие элементы приходилось заменять
8. Результаты проверки технических характе-
ристик изделия и соответствие их паспортным
данным
9. Предъявлялись ли рекламации поставщику
(указать номер и дату предъявления).
10. Сколько времени изделие работало до пер-
вого отказа (в часах)
11. Насколько удобно работать с изделием в
условиях Вашего предприятия
12. Ваши пожелания о направлениях дальнейшего
совершенствования (модернизации) изделия
.
13. Сколько времени изделие наработало (сум-
марное время в часах) с момента его
получения до заполнения карточки отзыва.

Подпись. _____ " ____ " _____ 197 ____ г.

Адрес предприятия-изготовителя:

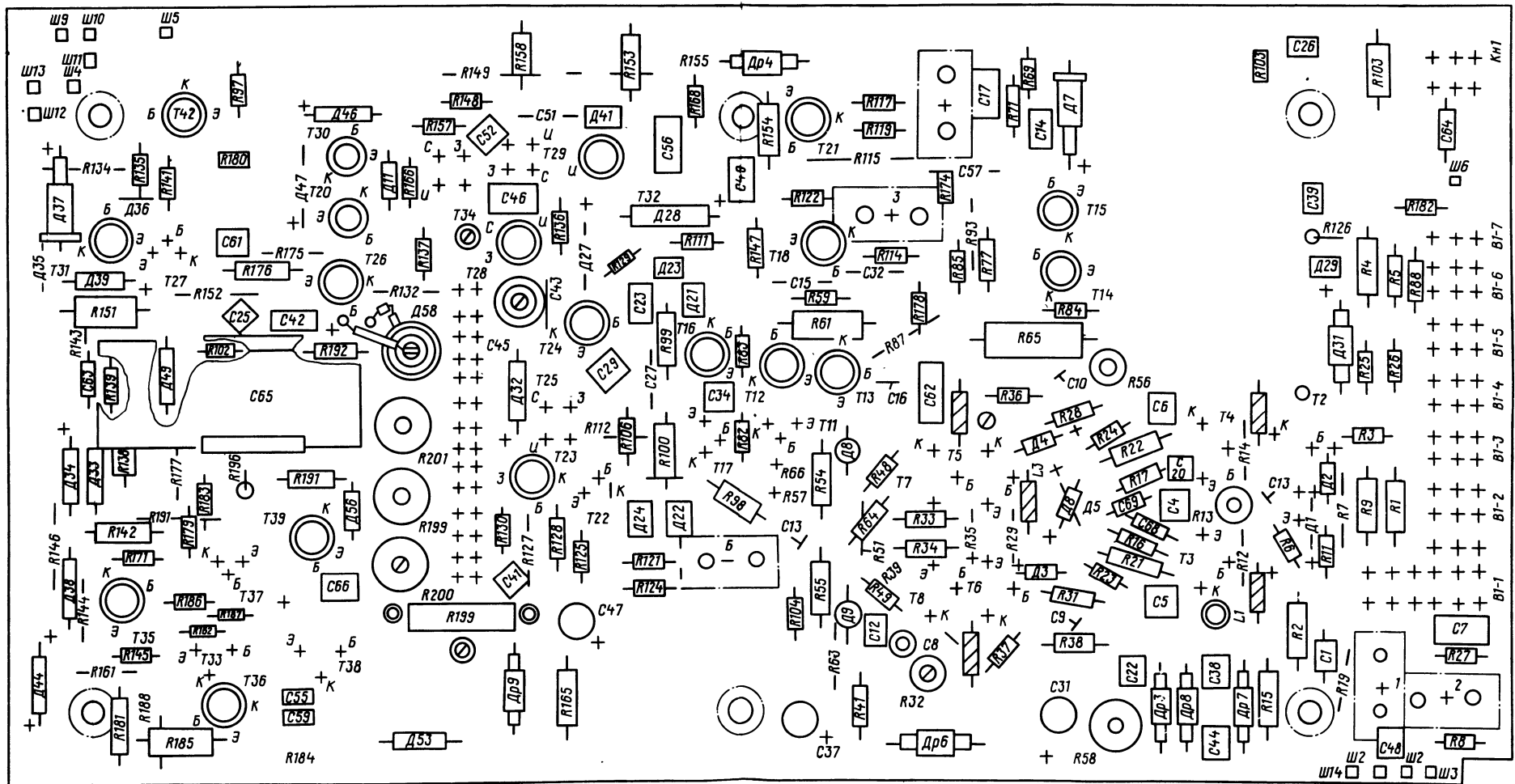


Рис.5. Расположение элементов на лицевой стороне платы генератора развертки

Fig.5. Layout of Elements on Face Side of Sweep Generator Board

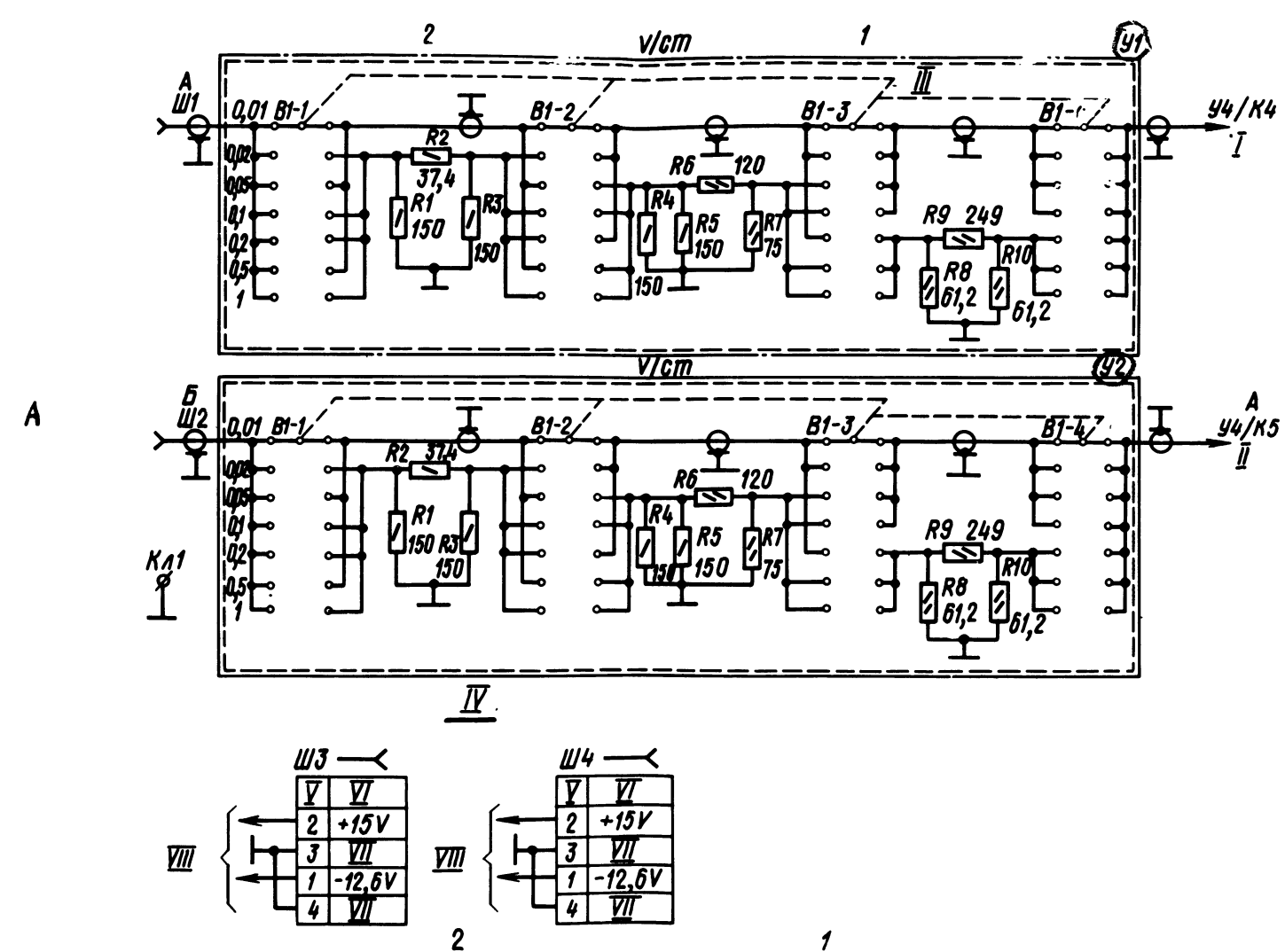


Рис. 1. Схема принципиальная электрическая входов делителей (лист 1):
А, Б - входы; I, II - выходы на коммутатор (лист 2); III - аттенуатор;
IV - питание пробника; V - цепь; VI - корпус; VII - лист 10

Fig. 1. Circuit diagram of input dividers (sheet 1):
A, B - inputs; I, II - outputs to channel switch (sheet 2); III - attenuator;
IV - probe supply; V - con-
tact; VI - circuit; VII - case; VIII - sheet 10

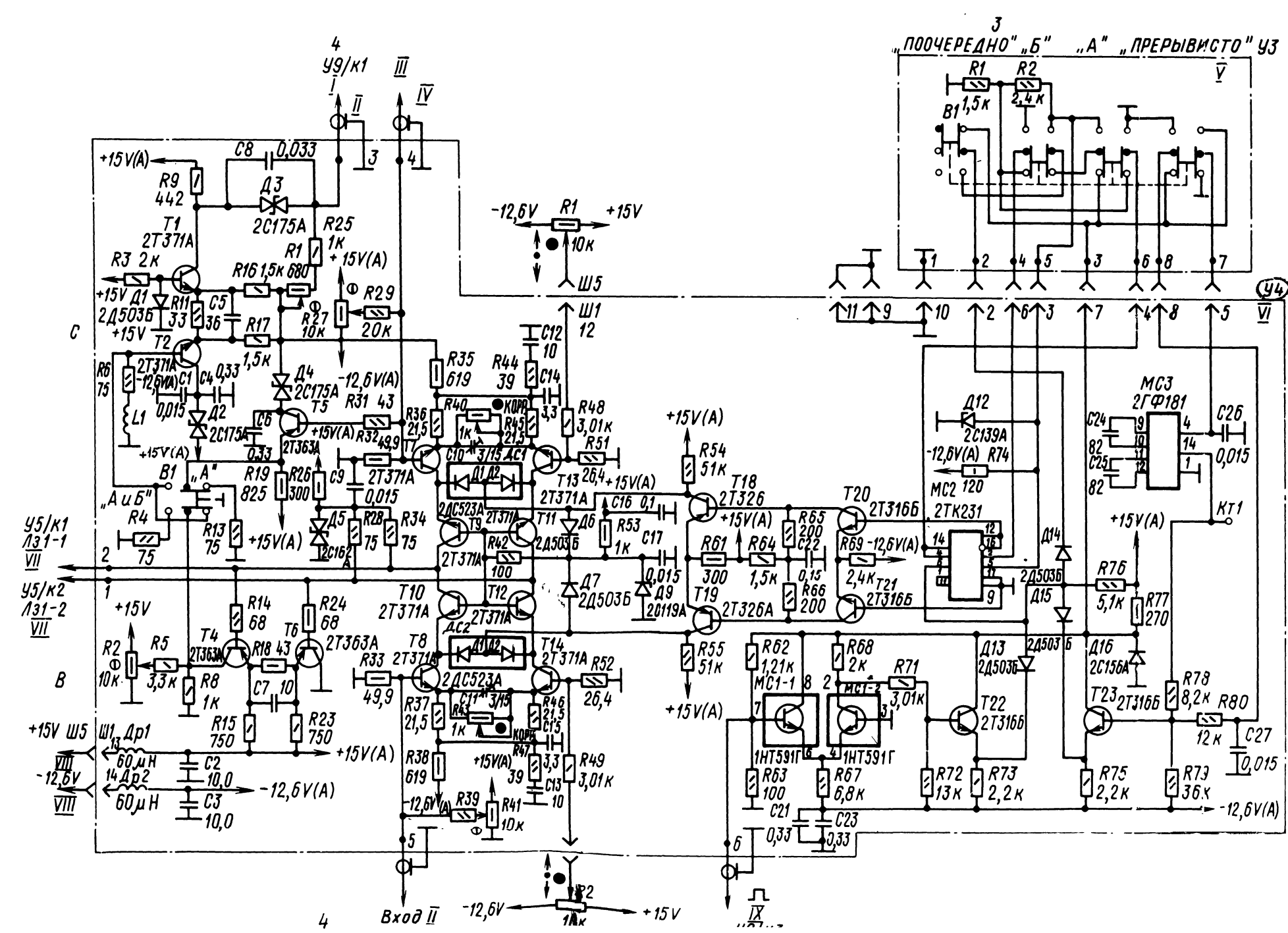


Рис. 2. Схема принципиальная электрическая коммутатора (лист 2):
I - схема запуска развертки; II - лист 5; III - вход I; IV - лист 1;
V - плата управления коммутатора; VI - плата коммутатора; VII - лист
3; VIII - лист 10; IX - запуск коммутатора; X - лист 6; Kт - контроль-
ная точка; DC - диодная сборка

Fig. 2. Circuit diagram of channel switch (sheet 2):
I - sweep triggering circuit; II - sheet 5; III - input
I; IV - sheet 1; V - channel switch control board; VI -
channel switch board; VII - sheet 3; VIII - sheet 10;
IX - channel switch triggering; X - sheet 6; Kt - check
point; DC - diode configuration

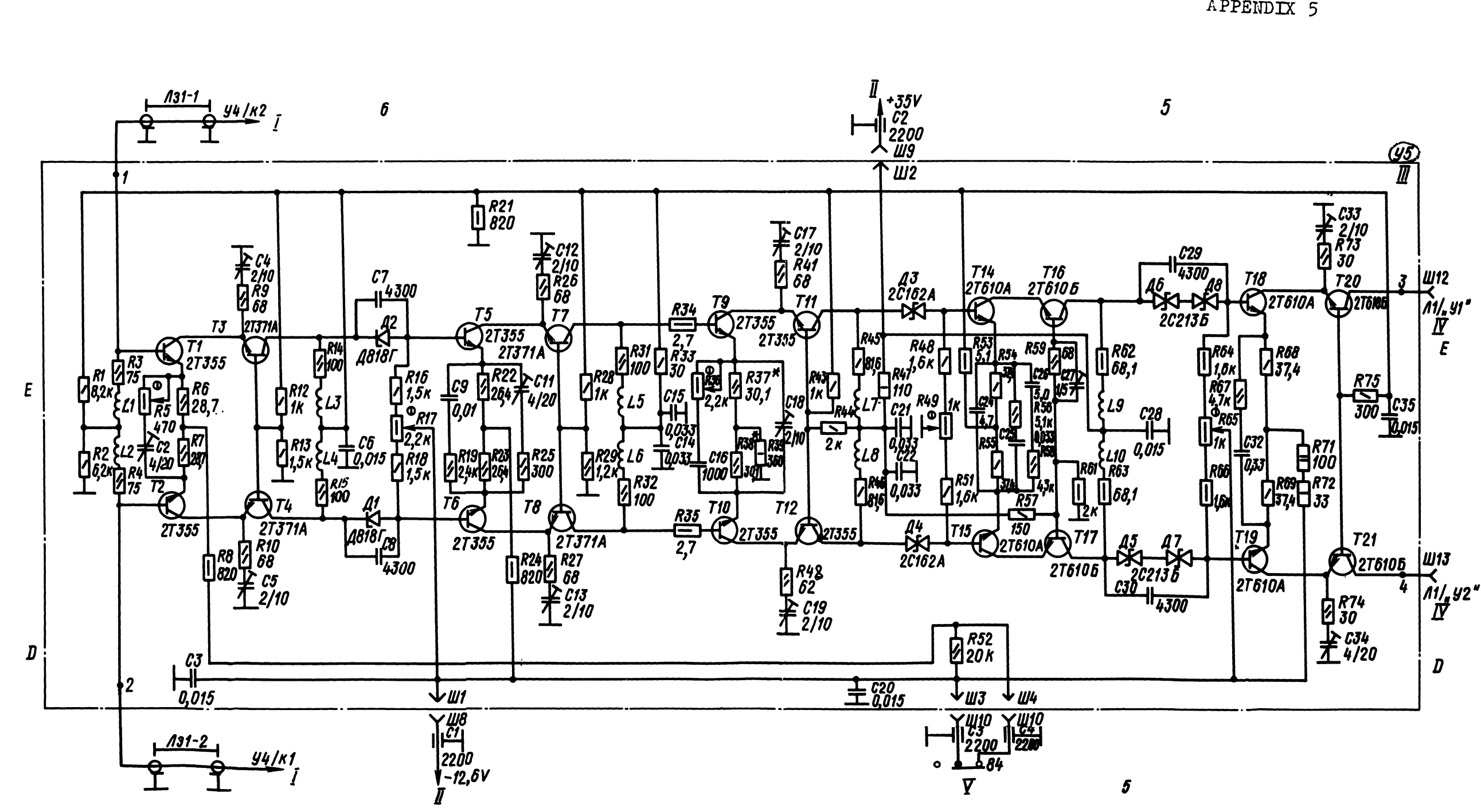


Рис. 3. Схема принципиальная электрическая усилителя вертикального
отклонения (лист 3):
I - лист 2; II - лист 10; III - плата усилителя вертикального откло-
нения; IV - лист 4; V - поиск луча

Fig. 3. Circuit diagram of vertical amplifier (sheet 3):
I - sheet 2; II - sheet 10; III - vertical amplifier
board; IV - sheet 4; V - beam adjustment

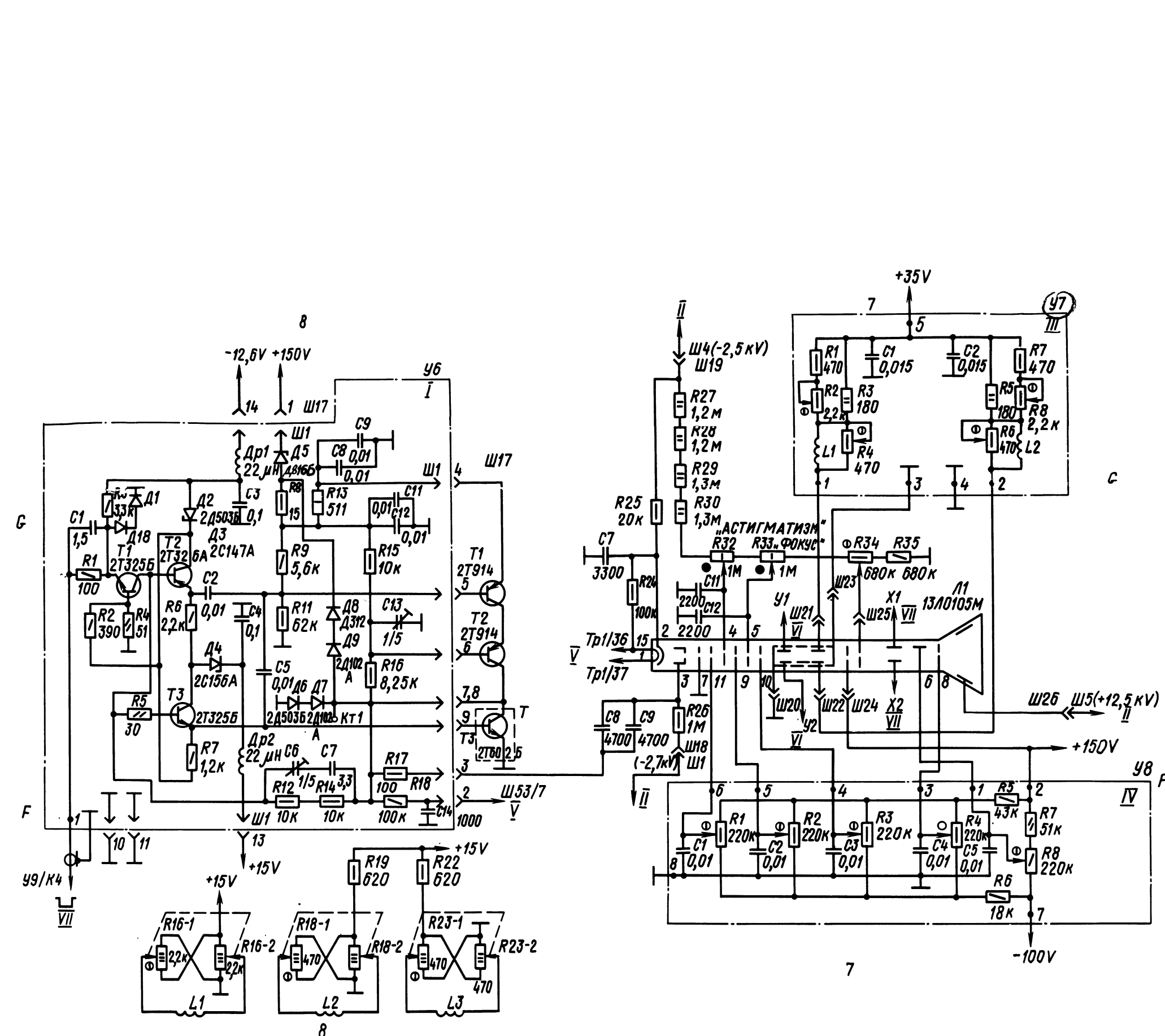


Рис. 4. Схема принципиальная электрическая питания электроннолуче-
вой трубки (лист 4):
I - плата усилителя импульсов подсвета; II - преобразователь высо-
ковольтному; III - плата нагрузки усилителя; IV -
с.р.т. control board; V - sheet 10; VI - sheet 3;
VII - sheet 6

Fig. 4. Circuit diagram of cathode-ray supply circuit (sheet 4):
I - illumination pulse amplifier board; II - to high-
voltage converter; III - amplifier load board; IV -
c.r.t. control board; V - sheet 10; VI - sheet 3;
VII - sheet 6

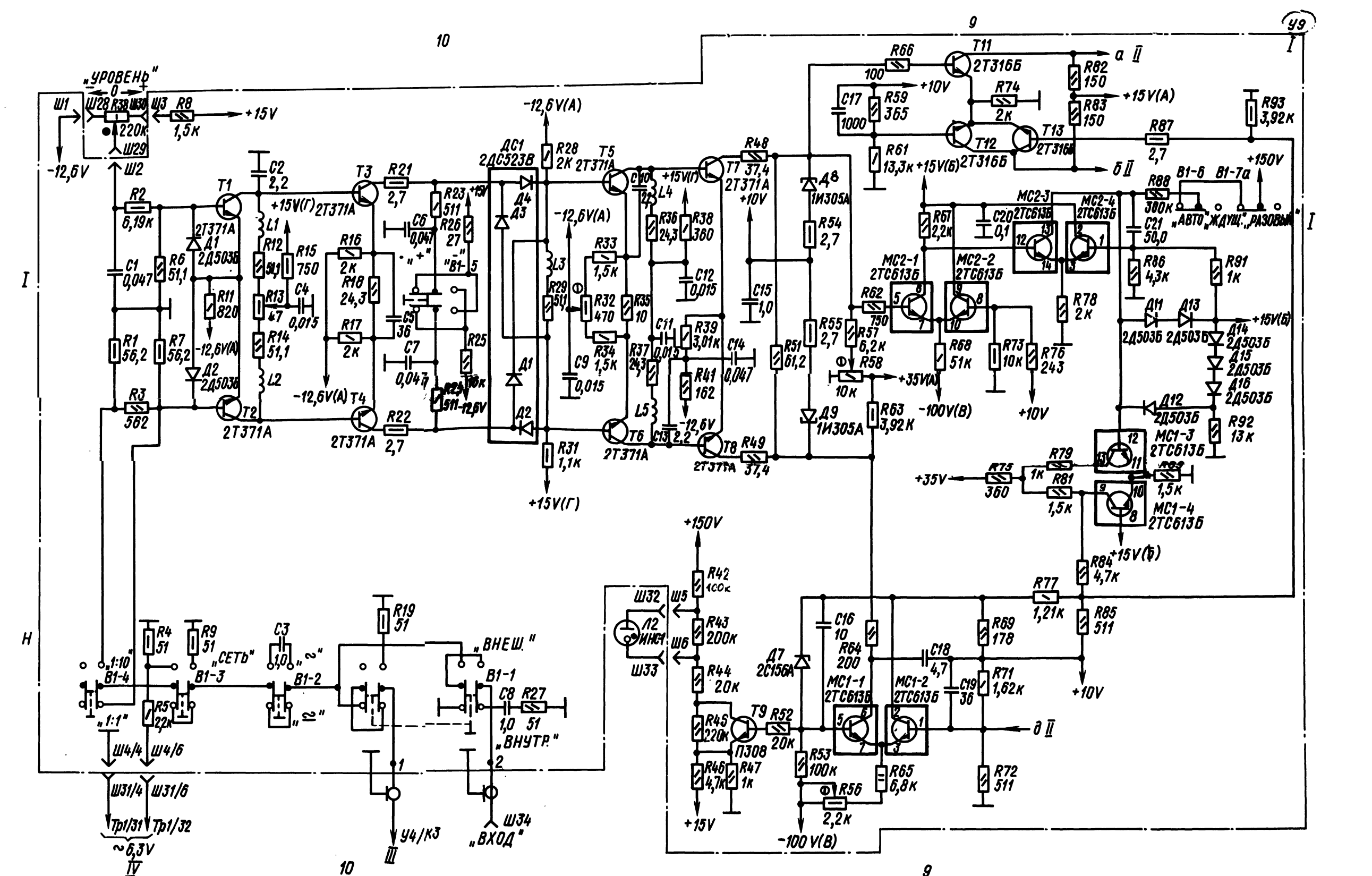


Рис. 5. Схема принципиальная электрическая запуска развертки
(лист 5):
I - sweep generator board; II - sheet 6; III - internal
synchronization (sheet 2); IV - sheet 10

Fig. 5. Circuit diagram of sweep triggering (sheet 5):
I - sweep generator board; II - sheet 6; III - internal
synchronization (sheet 2); IV - sheet 10

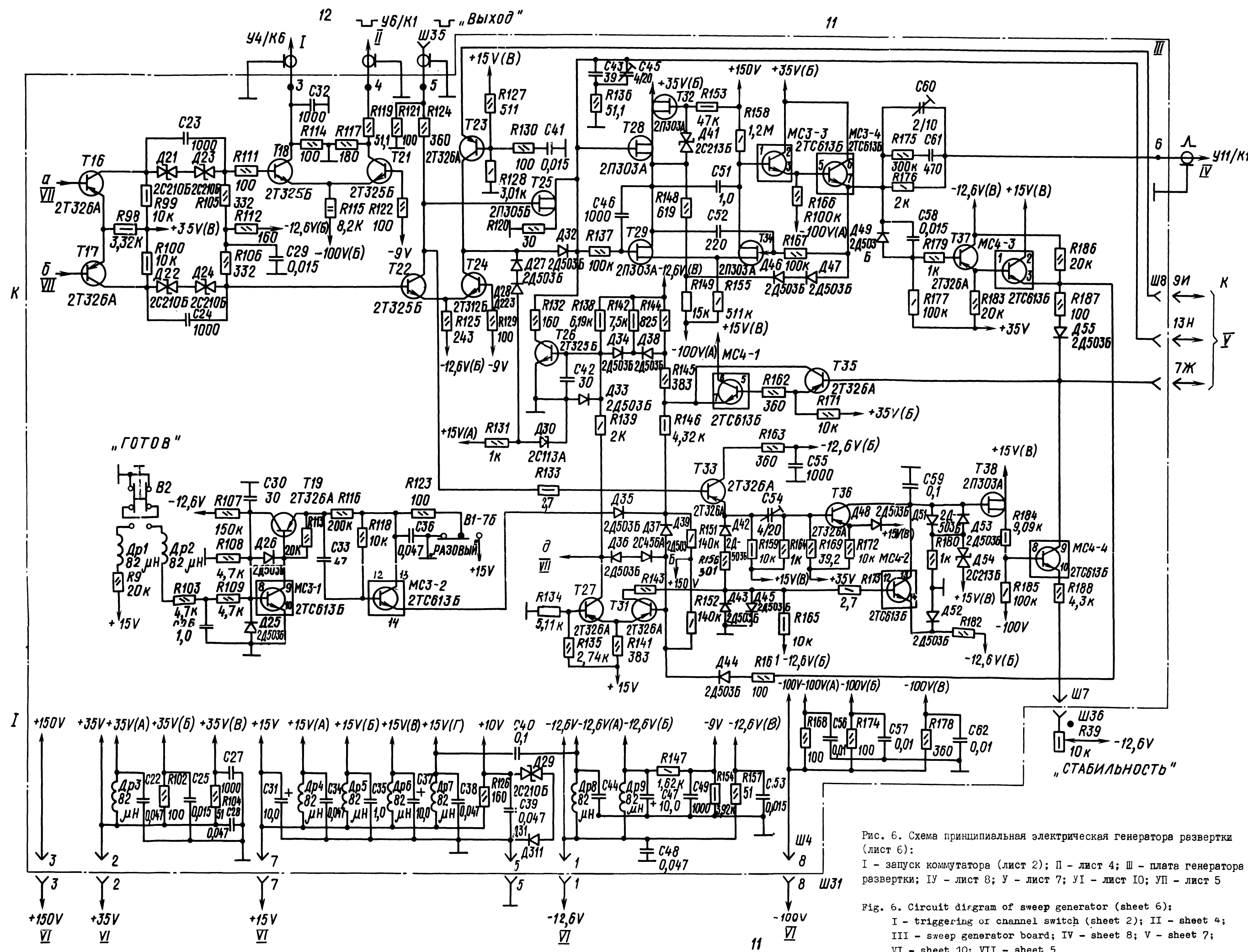


Рис. 6. Схема принципиальная электрическая генератора развертки (лист 6):
I - запуск коммутатора (лист 2); II - лист 4; III - плата генератора развертки; IV - лист 8; V - лист 7; VI - лист 10; VII - лист 5

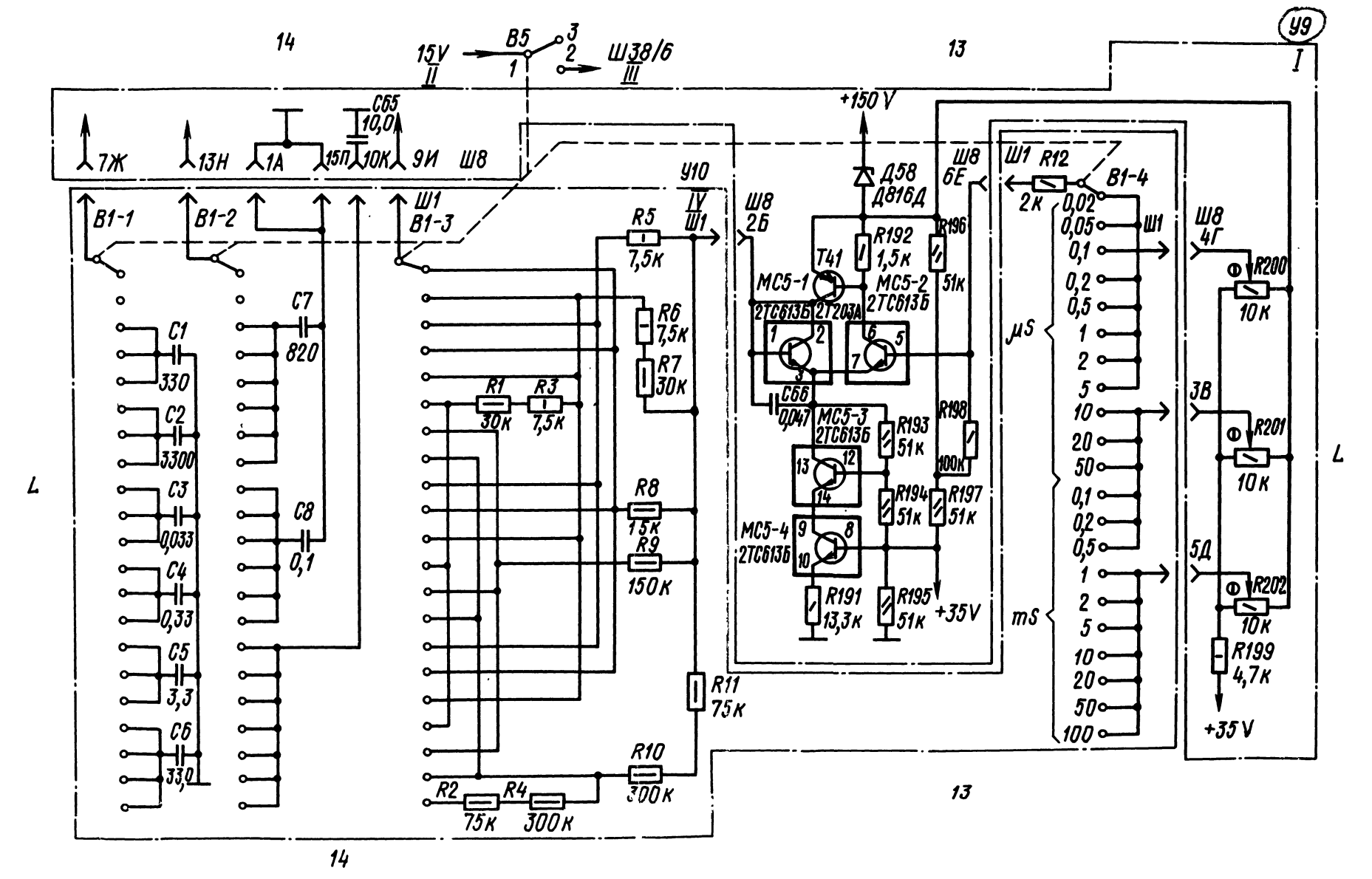


Рис. 7. Circuit diagram of time-setting circuits of sweep generator (sheet 7):
I - sweep generator board; II - sheet 10; III - sheet 8; IV - channel switch board

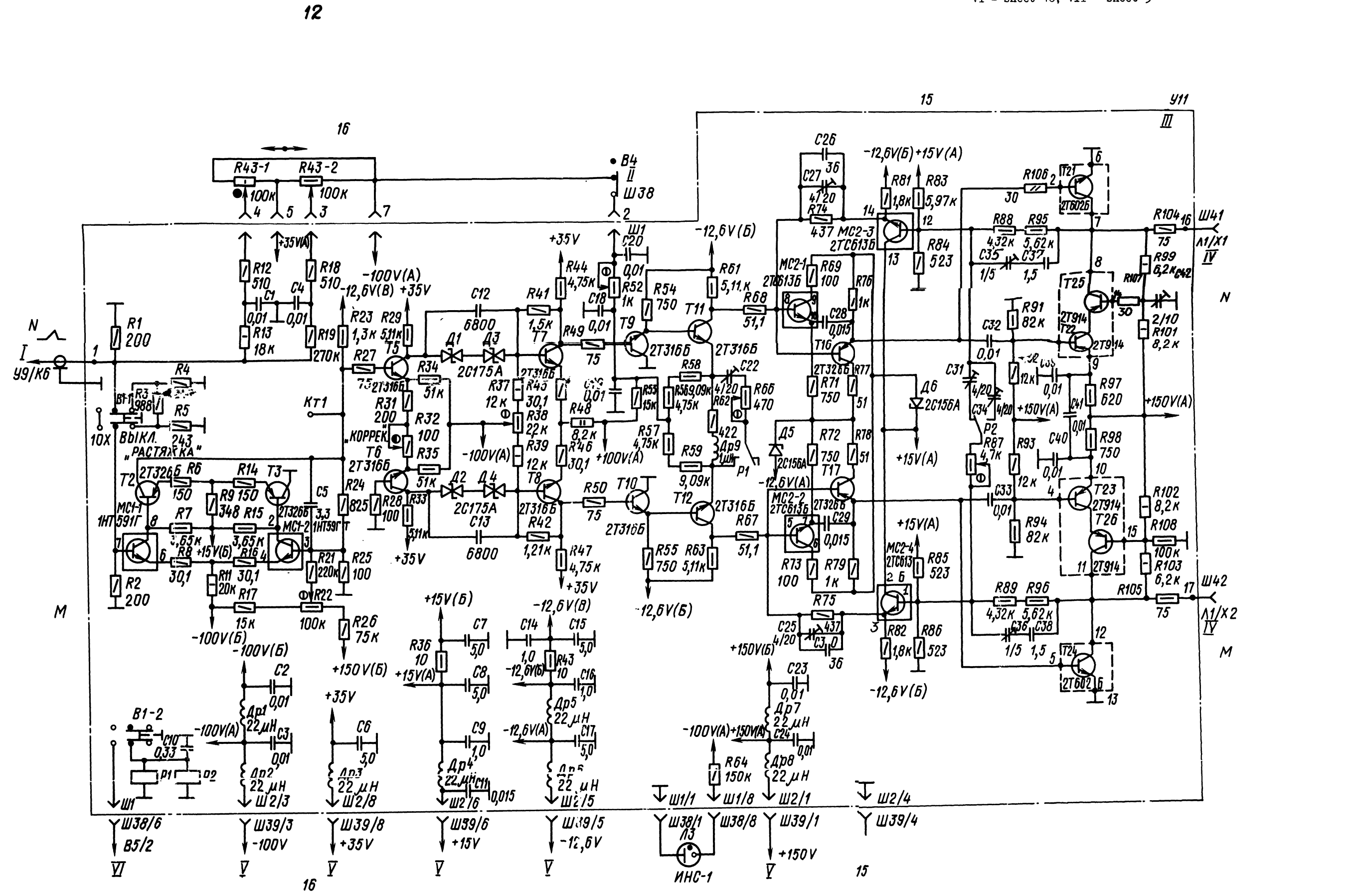


Рис. 8. Схема принципиальная электрическая усилителя X (лист 8):
I - лист 6; II - поиск луча; III - плата усилителя X; IV - лист 4; V - лист 10; VI - лист 7; VII - лист 5

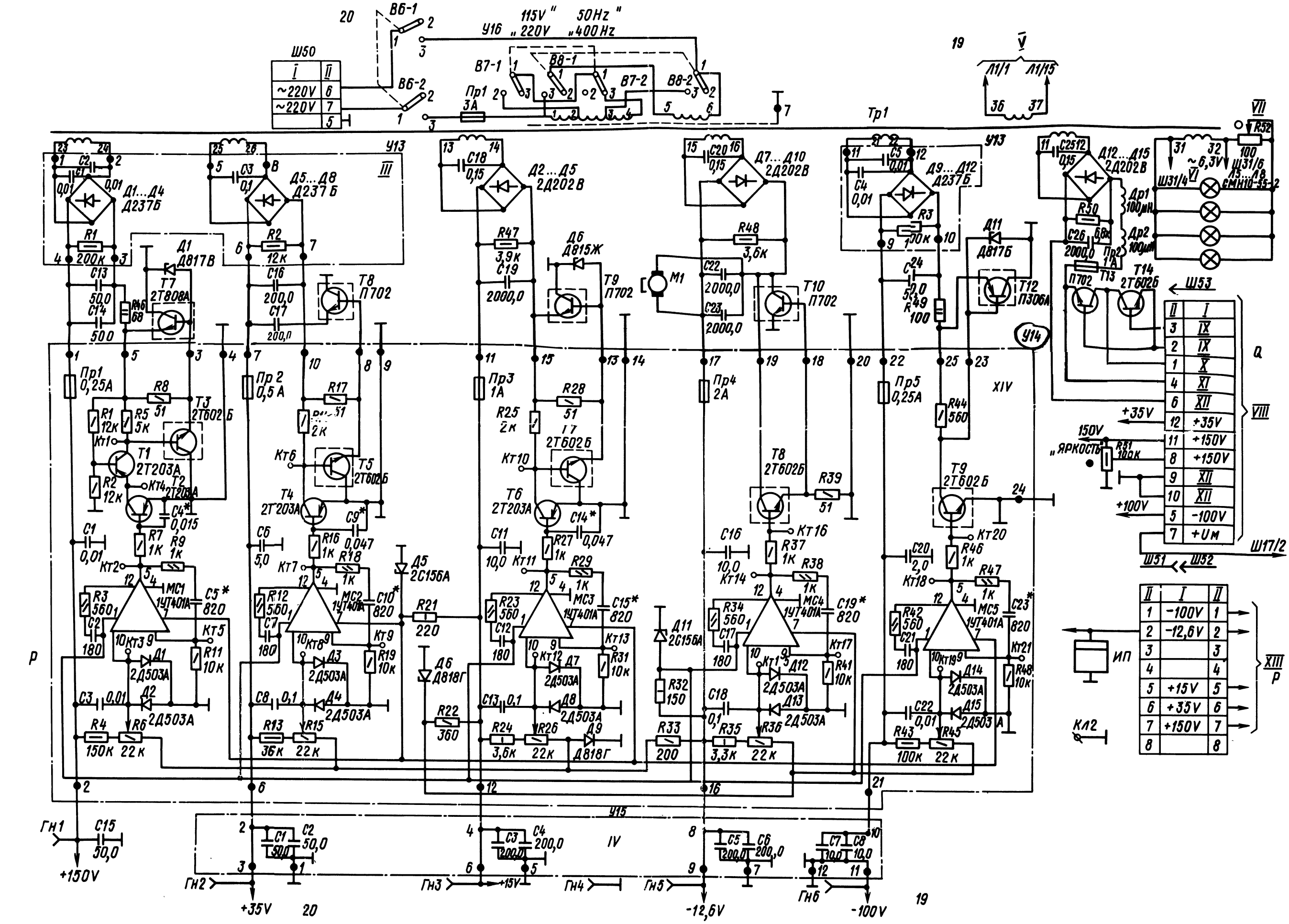


Рис. 10. Схема принципиальная электрическая низковольтных источников питания (лист 10):
I - цепь; II - контакт; III - плата выпрямительных мостов; IV - плата выходных конденсаторов; V - лист 4; VI - лист 5; VII - шкала; VIII - преобразователь высоковольтному; IX - база; X - эмиттер; XI - коллектор; XII - корпус; XIII - на листы I-4, 6-9, II, 12; XIV - платы стабилизаторов; XV - контрольные точки

5.3. Погрузка и выгрузка транспортной тары с упакованными ЭЛТ должна производиться с соблюдением требований, предупредительных знаков.

5.4. Транспортирование морским видом транспорта допускается производить только в специальной упаковке.

6. ГАРАНТИЙНЫЕ ОБЯЗАТЕЛЬСТВА

6.1. Гарантии предприятия-изготовителя—по ГОСТ 15962—70.

7. РЕКЛАМАЦИИ

В случае выхода ЭЛТ из строя ее следует возвратить предприятию-изготовителю вместе с паспортом с указанием следующих сведений:

Время хранения _____
(заполняется, если ЭЛТ не эксплуатировалась)

Дата начала эксплуатации _____

Дата выхода из строя _____

Наработка _____ ч.

Основные данные режима эксплуатации _____

Причины снятия ЭЛТ с эксплуатации или хранения _____

Сведения заполнены _____

(дата)

91-25



ТРУБКА ЭЛЕКТРОННОЛУЧЕВАЯ 13ЛО105М

П а с с п о р т

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Электроннолучевая трубка 13ЛО105М (далее—ЭЛТ) с сигнальной отклоняющей системой «бегущая волна» с квадрупольной электростатической фокусировкой луча, с голубым цветом свечения экрана и шкалой беспараллаксного отсчета предназначена для наблюдения и фотографической регистрации сверхвысокочастотных колебаний до 800 МГц импульсов наносекундной длительности при нагрузке 150 Ом.

Инд. № 120669 Дата изготовления 12. 83г

СХЕМА СОЕДИНЕНИЯ ЭЛЕКТРОДОВ С ВЫВОДАМИ

Номер вывода	Наименование электрода
1, 15	Подогреватель
2	Катод
3	Модулятор
4	I-я квадрупольная линза
5	II-я квадрупольная линза
6	Система коррекции геометрии
7	Ускоряющий электрод
8	Электрод вертикальной юстировки пучка
9	Сетка посленускорения
10	Электрод горизонтальной юстировки пучка
11	Система коррекции пучка
12, 13, 14	Не подключать
I, III, VIII, X	Выход сигнальной системы
II, IX	Вход сигнальной системы
IV	Экран сигнальной системы
V	III-я квадрупольная линза
VI	Система смещения напряжения III-й квадрупольной линзы
XI	Временная система
	Система посленускорения

2. ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

2.1. Электрические и светотехнические параметры

Наименование параметра	Норма	Данные испытаний
Яркость свечения экрана, мкВт/ср.см ²		0,4
Ширина линии в центре экрана, мм	≤ 0,4	75
Запирающее напряжение (отрицательное), В	50—150	60
Напряжение модуляции, В	≤ 100	5,0
Чувствительность сигнальной отклоняющей системы, мм/В	≥ 4,5	0,7!
Чувствительность временной отклоняющей системы, мм/В	≥ 0,6	
Геометрические искажения, %:		
временной системы	≤ 2	2
сигнальной системы	≤ 3	3

2.2. Предельно допустимые режимы эксплуатации:

Напряжение накала, В, не менее	5,7
не более	6,9
Напряжение катода, отрицательное, кВ, не менее	2,4
не более	2,6
Напряжение на I-й квадрупольной линзе, отрицательное, В, не менее	500
не более	1000
Напряжение на II-й квадрупольной линзе, отрицательное, В, не менее	350
не более	700
Напряжение на III-й квадрупольной линзе, отрицательное, В, не менее	150
не более	500
Напряжение смещения III-й квадрупольной линзы, В, не менее	148
не более	210
Напряжение на электроде горизонтальной юстировки пучка, В, не менее	минус 100
не более	100
Напряжение на электроде коррекции пучка, В, не менее	минус 100
не более	100
Напряжение на электроде вертикальной юстировки пучка, В, не менее	минус 100
не более	100
Средний потенциал сигнальной системы, В, не менее	минус 10
не более	30
Средний потенциал временной системы, В, не менее	минус 5
не более	50
Напряжение на электроде коррекции геометрии, В, не менее	минус 200
не более	200
Напряжение на электроде послеускорения, кВ, не менее	8
не более	20
Напряжение на модуляторе, отрицательное, В, не менее	300
Напряжение катод - подогреватель, В, не менее	минус 100
не более	100

Примечания:

1. Напряжение на подогревателе, модуляторе и на выводе системы послеускорения указаны относительно катода. Все остальные напряжения, кроме напряжения накала, указаны относительно ускоряющего электрода. Средние потенциалы отклоняющих систем и потенциал экрана сигнальной системы равны потенциалу ускоряющего электрода.

2. При предельных отклонениях напряжения смещения на III-й квадрупольной линзе допускается увеличение ширины сфокусированной линии на 20%, уменьшение чувствительности сигнальной системы на 10% и отклонение режимов питания квадрупольных линз в пределах допустимых эксплуатационных норм.

3. При предельных отклонениях средних потенциалов отклоняющих систем допускается увеличение ширины сфокусированной линии на 5%, геометрических искажений—на 20%, уменьшения чувствительности временной системы—на 5%, синхронизации—на 10%.

2.3. Минимальная наработка 500 ч.

При этом

Напряжение модуляции, В, не более	100
Ширина линии в центре экрана, мм, не более	0,45
Яркость свечения экрана, мкВт/ср.см ² , не менее	

Гамма-процентный срок сохраняемости ЭЛТ при хранении их в условиях, установленных в ГОСТ 21493—76, должен быть не менее 4 лет.

Значение вероятности гамма-процентов составляет 90%.

2.4. Габаритные размеры ЭЛТ:

Наибольший размер экрана, мм	124×84
Наибольшая длина, мм	487
Масса, г. не более	1500

2.5. Содержание золота 0,0075 г.

3. СВИДЕТЕЛЬСТВО О ПРИЕМКЕ

ЭЛТ 13ЛО105М инд. № 122669 соответствует техническим условиям ОДО.335.266 ТУ и признана годной для эксплуатации.

Место для штампа ОТК

Дата приемки

28.12.83

Место для штампа «Перепроверка произведена

(дата)

Место для штампа ОТК

4. УКАЗАНИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

4.1. Категорически запрещается превышать предельно допустимые режимы эксплуатации, а также эксплуатировать в режимах, при которых более чем один параметр достигает предельно допустимых значений.

4.2. Эксплуатация при режимах, прилегающих к верхнему допустимому пределу, не рекомендуется, так как это приводит к снижению наработки и ухудшению параметров.

4.3. Остальные указания по эксплуатации по ОДО 335.266 ТУ.

5. ХРАНЕНИЕ

5.1. Хранение ЭЛТ производят в упаковке изготовителя, смонтированными в аппаратуру и в комплекте ЗИП в отапливаемых и вентилируемых складах при температуре от 5 до 35° С и относительной влажности воздуха до 85%.

5.2. Расстановка и крепление транспортной тары с упакованными ЭЛТ в транспортных средств должны обеспечивать устойчивое положение во время транспортирования.

