

C1-104

C1-104

**ОСЦИЛЛОГРАФ
УНИВЕРСАЛЬНЫЙ**

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ
И ИНСТРУКЦИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ**

Альбом № 1

ются все функции и операции управления сигналом, а именно: усиление, калибровка, балансировка, перемещение луча. Кроме того, в усилителе предусмотрена возможность коммутации сигналов, которая позволяет осуществлять управление режимом работы тракта вертикального отклонения. Эту операцию выполняет коммутатор Y — каналов, работой которого управляет с помощью входного устройства управления Y — каналами специальное коммутирующее устройство.

Таким образом, коммутатор Y — каналов обеспечивает работу прибора в режимах: одноканального (I, II) или двухканального (поочередно-прерывисто) воспроизведения сигналов, а также алгебраического сложения исследуемых сигналов (сумма).

Выбранный коммутатором сигнал соответствующего канала подается с выхода предварительного Y — усилителя на линию задержки с волновым сопротивлением 50 Ом и временем задержки равным 40 нс.

После задержки сигнал поступает на выходной Y — усилитель, в котором усиливается до амплитуды, необходимой для наблюдения на экране ЭЛТ. В выходном усилителе предусмотрен режим работы «Поиск луча», позволяющий путем уменьшения динамического диапазона усиления возвращать и удерживать луч в пределах рабочей части экрана по вертикали.

Все ступени усиления тракта вертикального отклонения (предварительного и выходного Y — усилителей) выполнены в виде микросборок на основе гибридно-пленочной технологии.

4.1.2. В состав тракта горизонтального отклонения входят: устройство синхронизации;

генератор развертки;

усилитель X-канала;

коммутатор входа X.

Основной функцией устройства тракта горизонтального отклонения является создание временной горизонтальной развертки луча ЭЛТ, синхронной с исследуемым сигналом.

Устройство синхронизации (усилитель синхронизации и генератор синхроимпульсов) предназначено для получения устойчивого (неподвижного) изображения сигнала на экране осциллографа. Это достигается путем преобразования входного сигнала синхронизации произвольной формы в последовательность импульсов постоянной амплитуды и длительности с частотой следования, соответствующей частоте синхронизирующего сигнала и последующего использования их для управления работой формирующего устройства напряжения развертки.

Развертка луча осуществляется линейно изменяющимся (пилообразным) напряжением, вырабатываемым генератором развертки.

ОСЦИЛЛОГРАФ УНИВЕРСАЛЬНЫЙ С1-104



ТЕХНИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ И ИНСТРУКЦИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

Альбом № 1

1989

ВНИМАНИЕ!

1. Для кнопочных переключателей недопустимо одновременное нажатие двух и более кнопок.

2. При работе с пробником И22.746.036 амплитуда исследуемых напряжений не должна превышать:

пробник И22.746.033 $U_{\text{max}} \approx \leq 0,6 \text{ В}$;

пробник И22.746.033 с делителем И25.408.017 $U_{\text{max}} \sim \leq 0,6 \text{ В}$, $U_{\text{max}} = \leq 60 \text{ В}$;

пробник И22.746.033 с делителем И25.408.017-01 $U_{\text{max}} \approx \leq 12 \text{ В}$;

пробник И22.746.033 с делителем И25.408.017-02 $U_{\text{max}} \approx \leq 24 \text{ В}$;

пробник И22.746.033 с делителем И25.408.017-03 $U_{\text{max}} \approx \leq 2,4 \text{ В}$.

3. С целью предотвращения преждевременного выхода из строя ЭЛТ, перед включением прибора ручку «» устанавливать в крайнее левое положение.

4. Время между выключением и последующим включением прибора должно составлять не менее 30 секунд.

Перечисленные устройства содержат отдельные функциональные узлы, которые выполняют самостоятельные функции. Приведенная на рис. 1 структурная схема осциллографа включает все основные функциональные узлы прибора и иллюстрирует взаимосвязи между ними.

Осциллограф содержит следующие узлы:

устройство управления Y — каналами;

устройство выбора режима развертки;

аттенюаторы Y — каналов;

двухканальный предварительный Y — усилитель;

коммутатор Y — каналов;

линию задержки;

выходной Y — усилитель;

усилитель синхронизации;

генератор синхроимпульсов;

триггер управления разверткой;

генератор развертки (интегратор);

усилитель строб-импульса;

блокировочное устройство;

устройство автозапуска;

устройство однократного запуска;

усилитель X — канала;

усилитель Z — канала;

коммутатор входа X ;

калибратор амплитуды и длительности;

электронно-лучевая трубка (ЭЛТ);

блок питания;

высоковольтный преобразователь.

4.1.1. Исследуемые сигналы, поданные на согласованные входы « $50\Omega 10V_{\text{max}}$ » обоих каналов поступают на соответствующие входы двухканального предварительного Y — усилителя. Пройдя входные цепи усилителя, сигналы после подавления постоянных составляющих или без подавления, поступают непосредственно на аттенюаторы Y — каналов, которые ослабляют их до соответствующей величины. Динамический диапазон величин входных сигналов от 10 мВ до 8 В перекрывается 6-ю ступенями деления (1:2; 1:5; 1:10; 1:20; 1:50; 1:100) аттенюаторов, входное и выходное сопротивления которых равны 50 Ом. Конструктивно аттенюаторы выполнены в виде отдельных узлов с механической коммутацией ступеней деления.

После ослабления сигналы с аттенюаторов подаются коаксиальным кабелям на согласованные входы соответственно I и II каналов предвертикального Y — усилителя и предусилителя синхронизации. В предварительном Y — усилителе осуществля-

Структурная схема осциллографа.

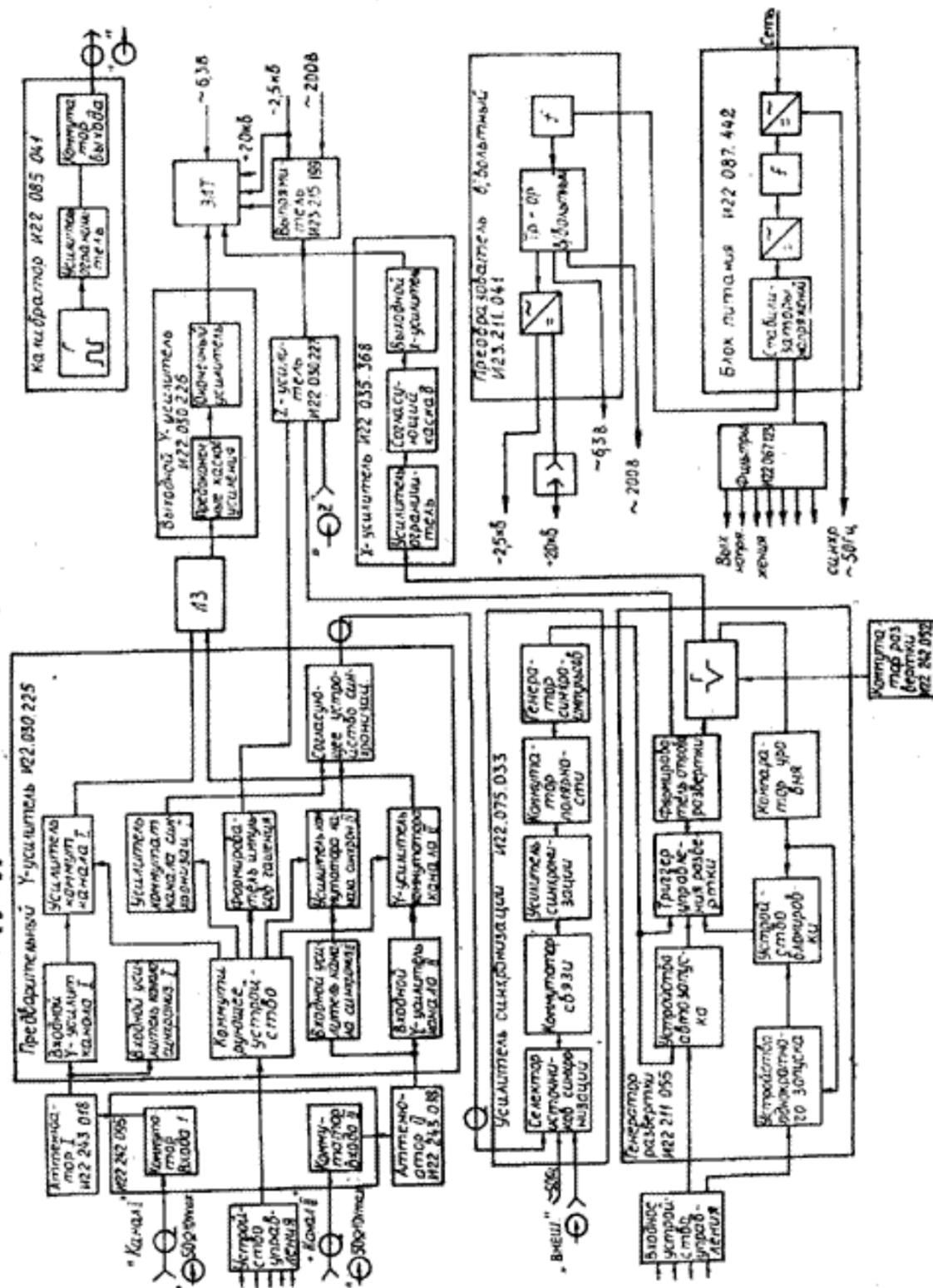


Рис. 1.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	5
1. Назначение	6
2. Технические данные	7
3. Состав прибора	12
4. Устройство и работа прибора и его составных частей	13
4.1. Принцип действия	13
4.2. Схема электрическая принципиальная	19
4.3. Конструкция прибора	39
5. Маркирование, пломбирование и упаковка	41
6. Общие указания по эксплуатации	41
7. Указание мер безопасности	42
8. Подготовка прибора к работе	44
8.1. Назначение органов управления и присоединения	44
8.2. Подготовительные операции перед включением прибора	48
9. Порядок работы	49
9.1. Подготовка к проведению измерений	49
9.2. Проведение измерений	57
10. Характерные неисправности и методы их устранения	67
11. Техническое обслуживание	77
12. Поверка прибора	77
13. Правила хранения	93
14. Транспортирование	96
14.1. Тара, упаковка и маркирование упаковки	96
14.2. Условия транспортирования	96
Приложения:	
1. Осциллограф С1-104 (вид спереди)	99
Схемы расположения установочных элементов, плат в приборе	
2. Карты напряжений на электродах микросхем, транзисторов, ЭЛТ	114
3. Формы импульсных напряжений на электродах транзисторов, микросхем	122
4. Данные точечных узлов	137

Наименование	Обозначение	Количество	Примечание
Пробник активный	И22.746.036	2	3
Кабель	И24.850.088	1	
Кабель	И24.850.089	2	
Кабель	И26.645.001	2	
Светофильтр	И27.222.010-04	1	
Каркас	И27.804.121	1	
Тубус	И28.647.016	1	
Переход СР-50-95 ФВ		2	
Переход	ЯП2.236.002	1	

Примечания:

1. При поставке прибора на экспорт шнур питания ЯП4.860.010 заменяется шнуром питания ЯП4.860.018.

2. При поставке осциллографа с несъемным шнуром питания (вариант ГДР) шнур питания ЯП4.860.010 (АП4.860.018) в состав прибора не входит.

3. Пробник активный И22.746.036 укладывается в упаковку И24.170.420 и состоит из:

пробник активный	И22.746.033	— 1 шт.
делитель	И25.408.017	— 1 шт.
делитель	И25.408.017-01	— 1 шт.
делитель	И25.408.017-02	— 1 шт.
делитель	И25.408.017-03	— 1 шт.
насадка	И26.451.020	— 1 шт.
насадка	И26.451.021	— 1 шт.
насадка	И28.652.027	— 5 шт.
насадка	И28.652.028	— 5 шт.
шнур соединительный	И26.640.027	— 1 шт.

4. Делитель И22.727.082 укладывается в упаковку И24.170.420 — 1 шт.

4. УСТРОЙСТВО И РАБОТА ПРИБОРА И ЕГО СОСТАВНЫХ ЧАСТЕЙ

4.1. Принцип действия

Универсальный осциллограф С1-104, построенный по двухканальной схеме, состоит из следующих устройств:

- тракта вертикального отклонения;
- тракта горизонтального отклонения;
- устройства управления яркостью луча;
- калибратора амплитуды и длительности;
- индикаторного устройства — ЭЛТ;
- блока питания.

2.40. Прибор сохраняет свои технические характеристики при непрерывной работе в рабочих условиях в течение 8 ч.

2.41. Нарботка прибора на отказ не менее 4250 ч. Количество циклов переключения переключателей не менее 30000.

2.42. Средний ресурс не менее 5000 ч. Средний срок службы не менее 5 лет.

2.43. Среднее время восстановления работоспособного состояния прибора ($T_{в}$) составляет 180 мин.

2.44. Прибор хранится в условиях:
в отапливаемом капитальном хранилище при температуре воздуха от $+5^{\circ}\text{C}$ до $+25^{\circ}\text{C}$ и относительной влажности до 80% при температуре $+25^{\circ}\text{C}$ и ниже без конденсации влаги, 5 лет;

в неотапливаемом капитальном хранилище при температуре воздуха от минус 50°C до $+60^{\circ}\text{C}$ и относительной влажности до 95% при температуре $+25^{\circ}\text{C}$ и ниже без конденсации влаги, 3 года.

2.45. Мощность экспозиционной дозы неиспользуемого рентгеновского излучения, мкР/с, не более 0,07 на расстоянии 5 см от корпуса прибора или защиты ЭЛТ.

3. СОСТАВ ПРИБОРА

Состав прибора приведен в табл. 1.

Таблица 1

Наименование	Обозначение	Количество	Примечание
Осциллограф универсальный С1-104	И22.044.090	1	
Запасные части: лампа СМН6,3-20-2		4	
вставка плавкая ВП1-1 5,0А 250 В		4	
вставка плавкая ВПМ 2-100 мА		2	
Принадлежности: зажим	ЯП4.835.007	4	
шнур питания	ЯП4.860.010	1	1; 2
Делитель 1:10	И22.727.082	2	4

ВВЕДЕНИЕ

Настоящее техническое описание и инструкция по эксплуатации (ТО) предназначены для ознакомления лиц обслуживающего персонала с устройством и принципом работы, основными правилами эксплуатации, ремонта и проверки осциллографа С1-104.

Безотказность и долговечность работы прибора обеспечивается регулярным техническим обслуживанием. Виды и периодичность работ по техническому обслуживанию изложены в разделе 12 настоящего ТО.

Настройка и регулировка осциллографа производится при помощи различных образцовых приборов, поэтому следует избегать всевозможных подрегулировок внутри прибора. Ремонт осциллографа необходимо производить только лицам, имеющим специальную подготовку, ознакомленным с устройством и принципом его работы, в условиях специально оборудованных мастерских.

Имеющиеся в осциллографе высокие напряжения — опасны для жизни, поэтому перед его вскрытием и ремонтом следует внимательно ознакомиться с указаниями мер безопасности, изложенными в разделе 8 «Указание мер безопасности».

Для исключения возможности механических повреждений осциллографа, нарушения целостности гальванических и лакокрасочных покрытий следует соблюдать правила хранения и транспортирования прибора, изложенных в разделах 14 и 15 настоящего ТО. При изучении осциллографа С1-104 следует дополнительно пользоваться комплектом электрических принципиальных схем.

Все функциональные узлы и радиоэлементы, входящие в состав осциллографа, обозначены в ТО позиционными номерами в соответствии со схемой электрической принципиальной И22.044.090 ЭЗ.

В связи с постоянной работой по совершенствованию изделия, повышающей его надежность и улучшающей условия эксплуатации, в конструкцию могут быть внесены незначительные изменения, не отраженные в настоящем издании. При работе прибора в условиях тропического климата необходимо эксплуатировать его в помещении с кондиционированием воздуха.

Во влажном тропическом климате при эксплуатации в комнатных условиях без кондиционирования воздуха необходимо предварительное дополнительное включение прибора на время не менее двух часов с целью прогрева.

1. НАЗНАЧЕНИЕ

Осциллограф универсальный С1-104 предназначен для визуального наблюдения и измерения параметров периодических и однократных электрических процессов в диапазоне частот от постоянного тока до 500 МГц путем:

измерения амплитудных и временных параметров исследуемого сигнала в диапазоне от 0,04 В до 8 В, с выносным делителем 1:10 И22.727.082 — до 10 В, с активным пробником И22.746.036 — до 24 В и временных интервалов в диапазоне от $4 \cdot 10^{-9}$ с до 0,5 с;

одновременного наблюдения двух исследуемых сигналов на одной развертке.

Осциллограф предназначен для работы в лабораторных и цеховых условиях и может использоваться для исследовательских, поверочных и ремонтных работ.

По метрологическим характеристикам осциллограф С1-104 соответствует II классу ГОСТ 22727-77 «Осциллографы электроннолучевые. Общие технические требования».

Нормальные условия эксплуатации:

температура окружающего воздуха, °С 20 ± 5 ;
относительная влажность воздуха, % 30—80;
атмосферное давление, кПа (мм рт.ст.) 84—106 (630—795);
напряжение питающей сети, В: $220 \pm 4,4$ для сети с частотой $(50 \pm 0,5)$ Гц; $220 \pm 4,4$ или $115 \pm 2,3$ для сети с частотой (400 ± 10) Гц и содержанием гармоник до 5 %.

Рабочие условия эксплуатации:

температура окружающего воздуха от $+5$ °С до $+40$ °С;
относительная влажность воздуха не более 95 % при температуре $(+30 \pm 2)$ °С;
атмосферное давление от $61,3 \cdot 10^3$ Па до $106,6 \cdot 10^3$ Па (от 460 мм рт.ст. до 800 мм рт.ст.);
напряжение питающей сети (220 ± 22) В, частотой $(50 \pm 0,5)$ Гц или (220 ± 11) В, $(115 \pm 5,75)$ В, частотой (400 ± 10) Гц.

Предельные (нерабочие) условия эксплуатации:
температура окружающего воздуха -50 °С до $+60$ °С.

Упакованный в укладочный и тарный ящик осциллограф выдерживает следующие механические воздействия:

многочисленные удары с ускорением до 15g и длительностью импульса от 5 мс до 10 мс;

одиночный удар с ускорением до 75g и длительностью импульса от 1 мс до 4 мс.

2.27. Прибор выдает сигнал для синхронизации внешних устройств: положительное пилообразное напряжение амплитудой не менее 2,5 В на нагрузке 2 кОм и периодом повторения равным периоду развертки.

2.28. Модуляция по яркости обеспечивает наблюдение яркостных меток при подаче на вход « \ominus Z» сигналов в диапазоне частот от 20 Гц до $30 \cdot 10^6$ Гц и импульсами положительной полярности длительностью от 50 нс до 50 мс амплитудой в пределах от 4 В до 10 В.

2.29. Входное сопротивление входа « \ominus Z» не менее 1 кОм, а входная емкость не более 15 пФ.

2.30. Регулировка яркости обеспечивает изменение яркости изображения сигнала от полного отсутствия до величины, удобной для наблюдения.

2.31. Регулировка освещения шкалы меняет подсвет шкалы ЭЛТ от полного отсутствия его до величины, удобной для отсчета.

2.32. При нажатии кнопки «ПОИСК ЛУЧА» изображение сигнала должно появляться в пределах рабочей части экрана.

2.33. Прибор обеспечивает свои технические характеристики после прогрева в течение 15 минут.

2.34. Мощность, потребляемая прибором от сети переменного тока при номинале напряжения, не превышает 170 В·А.

2.35. Осциллограф выполнен в настольном исполнении. Габаритные размеры прибора: $(345 \times 217 \times 494)$ мм;

габаритные размеры прибора в укладочном ящике: $(629 \times 309 \times 602)$ мм;

габаритные размеры тарного ящика с укладочным: $(753 \times 439 \times 709)$ мм;

габаритные размеры тарного ящика с картонной коробкой: $(491 \times 427 \times 881)$ мм.

2.38. Масса прибора не более 16 кг:

масса прибора в укладочном ящике должна быть не более 36 кг;

масса прибора в тарном ящике должна быть не более 70 кг;

масса прибора в коробке ЯПЧ.180.074-07 должна быть не более 21 кг.

2.39. Прибор сохраняет свои технические характеристики в пределах норм, установленных ТУ при питании его от сети переменного тока с напряжением (220 ± 22) В, частотой $(50 \pm 0,5)$ Гц и содержанием гармоник до 5%; $(115 \pm 5,75)$ В и (220 ± 11) В, частотой (400 ± 10) Гц и содержанием гармоник до 5%.

импульсными сигналами обеих полярностей длительностью от 3 нс и более с частотой повторения до 30 МГц при размере изображения импульсов от 1 деления до 8 делений шкалы (от 10 мм до 80 мм);

сигналами с частотой питающей сети.

Внешняя синхронизация осуществляется синусоидальными сигналами в полосе частот от $20 \cdot 10^{-6}$ МГц до 500 МГц и импульсными сигналами длительностью от 3 нс и более с частотой повторения не более 30 МГц и амплитудой от 0,4 В до 4 В.

Нестабильность синхронизации не превышает 0,3 нс.

2.25. Активное сопротивление входа внешней синхронизации « \ominus ВНЕШ» должно быть в пределах (50 ± 2) Ом.

2.25а. Геометрические искажения изображения сигнала на краях рабочей части экрана не должны превышать:

по оси «Х» — 3 %;

по оси «У» — 2 %.

2.25б. Погрешность ортогональности отклонения луча по горизонтальной и вертикальной осям не должна превышать 2 %.

2.25в. Напряжение промышленных радиопомех, создаваемых прибором, не должно превышать:

80 дБ на частотах от 0,15 МГц до 0,5 МГц;

74 дБ на частотах от 0,5 МГц до 2,5 МГц;

66 дБ на частотах от 2,5 МГц до 30 МГц.

2.25г. Электрическая изоляция цепи питания между входом сетевого кабеля и корпусом прибора должна выдерживать без пробоя в течение 1 мин действие испытательного напряжения переменного тока частотой 50 Гц:

1500 В (амплитудное значение) в нормальных условиях;

900 В (амплитудное значение) при повышенной влажности.

Сопротивление изоляции указанной цепи прибора относительно корпуса должно быть в нормальных условиях не менее 20 МОм; при повышенной влажности должно быть не менее 2 МОм; при повышенной температуре должно быть не менее 5 МОм.

2.26. Внутренний источник калиброванного напряжения должен выдавать положительное напряжение постоянного тока и положительные П-образные импульсы с частотой следования 1 кГц величиной 0,06 В и 0,6 В на нагрузке 50 и 500 Ом соответственно.

Предел погрешности частоты следования, амплитуды импульсов и величины постоянного напряжения не должны превышать:

в нормальных условиях ± 1 %;

в рабочих условиях эксплуатации $\pm 1,5$ %.

2. ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

2.1. Осциллограф универсальный С1-104.

Класс точности осциллографа — 2 (по ГОСТ 22737-77).

2.2. Размеры рабочей части экрана осциллографа:

по вертикали — 80 мм (8 делений);

по горизонтали — 100 мм (10 делений).

2.3. Ширина линии луча не превышает 0,8 мм.

2.4. Пределы допускаемой погрешности калиброванных коэффициентов отклонения 0,01 В/дел должны быть $\pm 4\%$ и 0,02; 0,05; 0,1; 0,2; 0,5, и 1 В/дел по вертикали должны быть $\pm 3\%$.

Пределы допускаемой погрешности коэффициентов отклонения в рабочих условиях эксплуатации должны быть $\pm 6\%$ в положении 0,01 В/дел и $\pm 4,5\%$ в положении 0,02; 0,05; 0,1; 0,2; 0,5; 1 В/дел переключателя «V/ДЕЛ».

2.5. Пределы допускаемой погрешности коэффициентов отклонения осциллографа с делителем 1:10 И22.727.082 и активным пробником И22.746.036 должны быть ± 10 %.

2.6. Время нарастания переходной характеристики обоих каналов вертикального отклонения не превышает 0,7—0,8 нс;

время нарастания переходной характеристики с активным пробником И22.746.036 и выносным делителем 1:10 И22.727.082 не превышает 1 нс.

2.7. Выброс на переходной характеристике каналов вертикального отклонения не превышает 10 %;

выброс на переходной характеристике каналов с активным пробником И22.746.036 и выносным делителем 1:10 И22.727.082 не превышает 10 %.

2.8. Время установления переходной характеристики каналов вертикального отклонения осциллографа, осциллографа с делителем 1:10 И22.727.082 и осциллографа с активным пробником И22.746.036 не превышает 4 нс.

2.9. Неравномерность переходной характеристики тракта вертикального отклонения на участке от 4 нс до 10 нс не должна превышать ± 10 %, на участке от 10 нс до 100 нс — ± 3 %, после 100 нс — ± 2 %.

Неравномерность переходной характеристики с выносным делителем 1:10 И22.727.082 и активным пробником И22.746.036 не должна превышать ± 10 % на участке от 4 нс до 10 нс, ± 4 % на участке от 10 нс до 100 нс и ± 3 % после 100 нс.

2.10. Спад вершины переходной характеристики при закрытых входах каналов при длительности испытательного импульса 5 мкс не превышает 10 %.

2.11. Смещение луча из-за дрейфа нуля усилителей каналов

вертикального отклонения после 15 мин прогрева не превышает:
10 мВ (1 дел) в течение 1 ч работы (долговременный дрейф);
2 мВ (0,2 дел) в течение 1 мин работы (кратковременный дрейф).

Смещение луча при изменении напряжения питающей сети на $\pm 10\%$ не превышает 2 мВ (0,2 дел).

Смещение луча из-за входного тока усилителей каналов вертикального отклонения не превышает 5 мВ (0,5 дел).

Периодические и (или) случайные отклонения должны быть не более 2% от номинального значения.

2.12. Пределы перемещения луча по вертикали составляют не менее двух размеров рабочей части экрана по вертикали.

2.13. Входное активное сопротивление каналов вертикального отклонения при открытых входах равно (50 ± 2) Ом.

Входное сопротивление выносного делителя 1:10 И22.727.082 равно (500 ± 10) Ом.

Входное сопротивление с активным пробником И22.746.036 составляет (100 ± 5) кОм и входной емкостью не более 7,5 пФ.

2.14. Допускаемое суммарное значение постоянного и переменного напряжений на закрытых « \sim » входах каналов вертикального отклонения не более 20 В, при этом амплитуда переменной составляющей не должна превышать 8 В.

Максимальная амплитуда исследуемого сигнала или величина постоянного напряжения на открытых входах (« \approx ») прибора не должна превышать 8 В.

Максимальная величина постоянного или переменного напряжения на входе активного пробника И22.746.033 не должна превышать 0,6 В; на входе активного пробника И22.746.033 с делителями 1:4; 1:20; 1:40 — 2,4 В; 12 В, 24 В соответственно, а на входе выносного делителя И22.727.082 — 10 В.

2.15. Коэффициент отражения согласованных входов каналов вертикального отклонения не более 0,25.

2.16. Прибор обеспечивает следующие режимы работы каналов вертикального отклонения:

- одноканальный режим (I, II);
- поочередный режим с частотой коммутации каналов, синхронной частоте развертки;
- прерывистый режим с фиксированной частотой коммутации 500 кГц;
- режим алгебраического сложения сигналов (I+II).

2.17. Прибор обеспечивает следующие режимы работы генератора развертки:
автоколебательный;

ждущий;

однократный запуск.

2.18. Пределы допускаемой погрешности калиброванных коэффициентов развертки: 1 нс/дел, 2 нс/дел, 5 нс/дел, 10 нс/дел, 20 нс/дел, 50 нс/дел, 0,1 мкс/дел должны быть $\pm 4\%$ и в рабочих условиях $\pm 6\%$; 0,2 мкс/дел, 0,5 мкс/дел, 1 мкс/дел, 2 мкс/дел, 5 мкс/дел, 10 мкс/дел, 20 мкс/дел, 50 мкс/дел, 0,1 мкс/дел, 0,2 мс/дел, 0,5 мс/дел, 0,5 мс/дел, 1 мс/дел, 2 мс/дел, 5 мс/дел, 10 мс/дел, 20 мс/дел, 50 мс/дел должны быть $\pm 3\%$ и в рабочих условиях $\pm 4,5\%$.

Коэффициенты развертки 0,1; 0,2; 0,5 с/дел являются обзорными.

Прибор обеспечивает плавную регулировку длительности развертки на каждом поддиапазоне с коэффициентом перекрытия не менее чем 2,5 раза.

2.19. Регулировка перемещения луча по горизонтали обеспечивает совмещение начала и конца линии развертки с центром экрана. Перемещение луча в положениях переключателя «ВРЕМЯ/ДЕЛ.» — 1 и 2 нс/дел должно обеспечивать совмещение начала рабочей части линии развертки с центром экрана, а также его перемещение на 10 делений влево от центра.

2.20. Коэффициент отклонения по горизонтали с входа « \ominus X» составляет не более 0,4 В/дел.

2.21. Полоса пропускания канала горизонтального отклонения 0—1,0 МГц относительно опорной частоты 10 кГц.

2.22. Входное активное сопротивление канала горизонтального отклонения равно 100 кОм с входной емкостью 30 пФ.

2.23. Запуск развертки осуществляется от следующих источников синхронизации:

- внутреннего;
- внешнего (1:1 и 1:10);
- от питающей сети.

2.24. Диапазон частот внутренней и внешней синхронизации в зависимости от вида связи с источником составляет:

в положении переключателя связи « \sim » — от $50 \cdot 10^3$ Гц до $500 \cdot 10^6$ Гц; « \approx » — от 20 Гц до $500 \cdot 10^6$ Гц.

Внутренняя синхронизация развертки осуществляется:

синусоидальными сигналами в диапазоне частот от 20 Гц до $100 \cdot 10^6$ Гц при размере изображения сигнала от 1 деления до 8 делений (от 10 мм до 80 мм) и в диапазоне от 100 МГц до 500 МГц при размере изображения от 2,5 делений до 8 делений шкалы (от 25 мм до 80 мм);

электронно-лучевая трубка (ЭЛТ) 16Л0101А с коротким после-
свечением. Трубка имеет следующие основные технические ха-
рактеристики:

диапазон рабочих частот	— 1,2 ГГц;
чувствительность по вертикали	— 6 мм/В;
размер рабочей поверхности экрана, мм	— 80×100;
чувствительность по горизонтали	— 1,4 мм/В;
ширина сфокусированной линии	— 0,5 мм;
геометрические искажения	— 3 %;
нелинейность отклонения	— 2 %;
напряжение модуляции	— 100 В;
скорость записи	— 2000 км/с.
яркость свечения экрана, кД/м ²	— не менее 80;
число лучей	— 1;
вид шкалы	— внутренний.

ЭЛТ питается от высоковольтного преобразователя А13 (И22.044.090 Э3), обеспечивающего стабилизированными напряжениями: минус 2,5 кВ, используемого для питания катода трубки и высоковольтного делителя напряжения, +20 кВ — для питания послеускоряющего электрода, а также переменным напряжением 6,3 В — для питания нити накала. С внутренней стороны экрана ЭЛТ нанесена шкала, обеспечивающая безпараллаксный отсчет размеров изображения исследуемого сигнала.

Фокусировка луча ЭЛТ осуществляется системой квадрупольных линз и юстирующих электродов путем установки на них соответствующих потенциалов. Оптимальность фокусировки достигается регулировкой напряжения на I-й квадрупольной линзе, производимой переменным резистором R13 (И22.044.090 Э3), а изменением потенциала на II-й линзе (R15) достигается оптимальность фокусировки по оси Y (астигматизм). Корректировка фокусировки может быть дополнительно произведена путем изменения напряжения на юстирующих электродах (X, Y) с помощью регулировочных резисторов R8, R9 (И23.450.007 Э3), а также изменения напряжения на III-й квадрупольной линзе с помощью резистора R16 (И22.044.090 Э3).

Устранение геометрических искажений изображения осуществляется изменением потенциалов: электрода коррекции геометрии и корректирующей диафрагмы, производимых с помощью резисторов R2 (И23.450.007 Э3) и R11, R12 (И22.044.090 Э3). Для ориентации линии луча относительно горизонтальных и вертикальных линий шкалы, а также для коррекции геометрических искажений на краях рабочей части экрана применены электромагнитные отклоняющие катушки

Генератор развертки содержит:

триггер управления разверткой, усилитель строб-импульса, интегратор, компараторы, согласующий каскад, устройства автозапуска и блокировки. Кроме того, в схему генератора дополнительно включены: инвертирующий усилитель и устройство однократного запуска, расширяющие функциональные возможности осциллографа.

Генератор развертки может работать в автоматическом, ждущем и однократном режимах запуска. Управление работой генератора развертки во всех режимах осуществляется синхронными импульсами, поступающими с усилителя синхронизации, а также импульсами, вырабатываемыми самим генератором.

Запуск генератора пилообразного напряжения (интегратора) производится строб-импульсом, формируемым триггером управления разверткой, который управляет ключами интегратора. С приходом синхронного импульса триггер управления опрокидывается, формируя крутой фронт строба развертки. Усилитель строб-импульса усиливает сигнал триггера и включает интегратор. На выходе интегратора появляется линейно-изменяющееся напряжение, которое через согласующий каскад подается на усилитель X-канала, а затем на отклоняющие пластины ЭЛТ. Одновременно, выходное пилообразное напряжение интегратора поступает на компаратор I, который при достижении напряжением «пила» соответствующего уровня включает устройство блокировки, соединенное с триггером управления разверткой. Устройство блокировки возвращает триггер в исходное состояние и удерживает его в этом состоянии в течение времени, необходимого для восстановления интегратора. При этом синхронные импульсы не оказывают воздействия на триггер управления до истечения времени блокировки, после которого генератор вновь готов к запуску.

Одной из отличительных особенностей генератора развертки является наличие в схеме двух независимых компараторов, применение которых позволяет погасить нелинейный участок в конце развертки. Это достигается с помощью компаратора II, который укорачивает длительность импульса подсвета до момента появления нелинейности развертки.

Устройство автозапуска в режиме «АВТ» при отсутствии сигнала на входе усилителя синхронизации принудительно переводит триггер управления разверткой в автоколебательный режим, обеспечивая таким образом запуск генератора развертки. При поступлении на устройство автозапуска синхронных импульсов последнее отключается от триггера управления, автоматически переводя его в ждущий режим и влияя на его работу в дальнейшем не оказывает.

Устройство однократного запуска, содержащее триггер запуска, разрешает в режиме «ОДНОКР.» разовый запуск генератора развертки. После завершения одного цикла развертки импульсов компаратора I триггер опрокидывается и блокирует повторный запуск генератора развертки до возвращения триггера в исходное состояние, которое осуществляется с помощью устройства выбора режима развертки. В состав генератора развертки входит вспомогательный инвертирующий усилитель, который предназначен для вывода пилообразного напряжения на лицевую панель осциллографа.

Усилитель X-канала предназначен для усиления пилообразного напряжения поданного с согласующего каскада генератора развертки до величины, обеспечивающей развертывание луча по горизонтали в пределах размера рабочей части экрана. Кроме того, ко входу усилителя X с помощью коммутатора входа X может быть подключен внешний сигнал, подводимый ко входу коммутатора. В этом режиме работы канала горизонтального отклонения обеспечивается внешняя, независимая развертка луча, позволяющая расширить функциональные возможности осциллографа.

Режим «ПОИСК ЛУЧА», аналогично как и в усилителе Y-канала, осуществляется путем сужения динамического диапазона усилителя.

4.1.3. Усилитель Z-канала предназначен для формирования импульсов подсвета прямого хода развертки и подачи их на модулятор ЭЛТ, а также для запираания ЭЛТ на время переключения каналов тракта вертикального отклонения в двухканальном режиме работы («...»).

В состав устройства входит:

- усилитель Z-канала;
- источник смещения модулятора ЭЛТ;
- каскад гашения.

Импульс подсвета с усилителя строб-импульса поступает на один из входов усилителя Z-канала, в котором усиливается до уровня, обеспечивающего открывание ЭЛТ. С выхода усилителя импульс подсвета через низковольтный источник напряжения смещения подается на модулятор ЭЛТ. Такая схема связи усилителя Z-канала с модулятором позволяет изолировать цепь высокого напряжения от низковольтного выхода усилителя и одновременно обеспечить неискаженную передачу импульса на модулятор.

Каскад гашения, конструктивно входящий в состав коммутатора Y-каналов, представляет собой логическую схему формирования коротких импульсов, предназначенных для гашения луча ЭЛТ в моменты, соответствующие коммутации каналов.

X является подача соответствующих статических команд на коммутирующие устройства усилителя X и генератора развертки в зависимости от выбранного режима работы тракта горизонтального отклонения. Эта операция выполняется с помощью коммутатора S1 путем изменения полярности напряжения управляющих команд, подаваемых в цепи управления усилителя X и генератора развертки.

В режиме внешней развертки канала X в цепь управляемого ключа усилителя X подается напряжение минус 15 В, а в режиме внутренней — +15 В. В управляющую цепь генератора развертки, в аналогичных режимах работы канала X, подаются напряжения той же полярности, однако уровни этих напряжений снижаются с помощью диодно-резистивного ограничителя V1, R2 и V3.

4.2.9. Калибратор амплитуды и длительности (И22.085.041 ЭЗ) состоит из задающего генератора A1, коммутатора управления режимом калибратора S1, формирователя калиброванных уровней V2, V3 и коммутатора выхода S2.

В качестве задающего генератора использован операционный усилитель 140УД2, охваченный глубокими положительной и отрицательной обратными связями, обеспечивающими режим релаксационных автоколебаний. Частота колебания генератора составляет около 1 кГц, плавная регулировка которого осуществляется путем изменения величины положительной обратной связи, производимой с помощью переменного резистора R5.

Кроме того, в калибраторе предусмотрен заторможенный режим работы генератора, который реализуется путем подключения инвертирующего входа 9 усилителя на корпус, осуществляемого коммутатором режима S1.

В зависимости от установленного режима работы на выходе генератора имеется импульсное либо постоянное напряжение. Сигнал задающего генератора подается на схему формирования калиброванного уровня выходного напряжения V2, V3.

При помощи регулировочного резистора R9, включенного в эмиттерную цепь транзисторов, устанавливается начальная амплитуда выходного напряжения калибратора, равная 1,2 В. Коммутатором выхода S2 выбирается требуемый уровень калибровочного напряжения, который подается на разъем осциллографа « П » (И22.044.090 ЭЗ). В зависимости от установленного коммутатором S2 уровня напряжение, снимаемое с выхода калибратора, равно: 0,6 В либо 0,06 В, при этом выходной импеданс калибратора в первом случае составляет 500 Ом, а во втором — 50 Ом.

4.2.10. В качестве индикатора в осциллографе применена

4.2.7. Выпрямитель напряжения смещения модулятора (И23.215.199 Э3) обеспечивает необходимым питающим напряжением модулятор ЭЛТ и одновременно осуществляет передачу к нему плоской вершины импульса подсвета (постоянной составляющей). Переменное напряжение амплитудой около 200 В и частотой 20 кГц от высоковольтного преобразователя А14, (И22.044.090 Э3) подается на диодные ограничители V12, V14 (И22.030.227 Э3), осуществляющие двухстороннее ограничение этого напряжения. Устанавливаемый с помощью переменного резистора R27 (И22.044.090 Э3) верхний порог ограничения определяет начальный уровень смещения модулятора (запираания ЭЛТ), а нижний — определяется уровнем выходного напряжения усилителя Z и регулируется с помощью переменного резистора R9 («ЯРКОСТЬ» И22.044.090 Э3). Это импульсное напряжение через высоковольтные конденсаторы С2, С3 поступает на диодный детектор, выполненный по схеме удвоения напряжения V1, V2, нагрузкой которого служит высокоомная цепь R2, R3, подключенная между модулятором и катодом ЭЛТ. В результате на модуляторе имеется регулируемое отрицательное напряжение смещения определяющее уровень запираания ЭЛТ, причем величина этого напряжения тем меньше, чем больше величина выходного напряжения усилителя Z. Таким образом, обеспечивается передача плоской вершины импульса подсвета сколь угодно большой длительности.

В составе выпрямителя имеются цепи высокого напряжения (минус 2,5 кВ), питающие катоды ЭЛТ, а также делитель напряжения для питания других электродов ЭЛТ.

4.2.8. Коммутатор входа X (И22.242.055 Э3), основным назначением которого является подключение и неискаженная передача сигнала внешней развертки на вход усилителя X, состоит из: согласующих каскадов входа X, коммутатора режима канала X и цепей управления.

Напряжение внешней развертки со входа « \ominus X» (И22.044.090 Э3) поступает на высокоомный вход истокового повторителя V6, а затем подается на эмиттерный повторитель V7, нагруженный на коаксиальный кабель с волновым сопротивлением 50 Ом. Оба каскада повторителя обеспечивают высокий импеданс входа « \ominus X» и осуществляют согласование его со входом усилителя X.

Защита полевого транзистора от перегрузки осуществляется с помощью ограничительной цепочки (V4, V5, V2, R3 и R5), подключенной ко входу истокового повторителя. Балансировка согласующих каскадов по выходу производится с помощью переменного резистора R9. Другим назначением коммутатора входа

Эти импульсы, просуммированные с импульсами подсвета, блокируют усилитель Z—канала, в результате ЭЛТ запирается и луч гасится.

4.1.4. Калибратор амплитуды и длительности предназначен для калибровки чувствительности Y—усилителя и калибровки длительности (коэффициента) развертки. Калибратор содержит генератор П-образных импульсов, параметры которых (амплитуда и период повторения) стабилизированы в широком интервале температур, усилителя-ограничителя и делителя, обеспечивающего калибровку Y—усилителя с выносным делителем.

4.1.5. В качестве индикаторного устройства в осциллографе применена широкополосная (1,2 ГГц) электронно-лучевая трубка (ЭЛТ) «16Л0101А». ЭЛТ имеет внутреннюю шкалу, обеспечивающую беспараллаксный отсчет размеров изображения исследуемого сигнала.

4.1.6. Блок питания обеспечивает осциллограф необходимыми питающими напряжениями при включении его в сеть переменного тока с напряжением 220 ± 22 В частотой $50 \pm 0,5$ Гц, и напряжением 220 ± 11 В или $115 \pm 5,75$ В с частотой 400 ± 10 Гц. В состав блока питания входят: низковольтный блок питания и блок высоковольтного преобразователя. Низковольтный блок содержит стабилизированные источники напряжения: +5 В; +15 В; +27 В; +48 В; +65 В; минус 5 В; минус 15 В; минус 48 В; +130 В.

Высоковольтный преобразователь вырабатывает стабилизированные напряжения минус 2,5 кВ, +20 кВ, $\sim 6,3$ В, ~ 200 В.

Питание преобразователя осуществляется стабилизированными напряжениями от низковольтного блока.

4.2. Схема электрическая принципиальная

4.2.1. Ниже приводится описание схем канала П с ссылкой на элементы этого канала, а в скобках даны обозначения соответствующих элементов канала I.

Исследуемый сигнал поступает на коммутатор входов Y—усилителя (И22.242.095 Э3). С помощью входа осуществляется необходимая связь усилителя с источником сигнала, т. к. обеспечивается прохождение на усилитель постоянной и переменной составляющих входного сигнала (положение « \approx ») либо только переменной составляющей (положение « \sim »), а также отключение сигнала и заземление входа усилителя. Конструктивно коммутатор входа представляет собой кулачковый переключатель S2 (S1), в котором необходимые коммутации сигнальной цепи осуществляются непосредственно на печатной плате.

Такая конструкция входа сводит к минимуму паразитные

реактивности и обуславливает неискаженную передачу сигнала в широкой полосе частот от 0 до 1 ГГц.

Включенные в сигнальные цепи безиндуктивные предохранители F3; F4 (F1; F2) обеспечивают защиту входов аттенюатора и усилителя от возможных перегрузок.

С выхода аттенюатора А3 (А2) (И22.044.090 Э3) сигнал поступает на вход предварительного У-усилителя.

4.2.2. Предварительный У-усилитель (И22.030.225 Э3) состоит из двух идентичных усилителей сигнала А2, А4 и двух преусилителей синхронизации А1, А3, которые представляют собой двухкаскадные, симметричные, дифференциальные усилители, выполненные по каскадной схеме типа ОЭ-ОБ.

Дополнительно включенная пара транзисторов V3, V6 (И22.030.223 Э3) в выходные плечи первого каскада усилителей сигнала А2, А4 таким образом, что коллекторные цепи одного плеча взаимно перекрещиваются с коллекторными цепями другого плеча, позволяет регулировать коэффициент передачи каскада.

Потенциал на базах транзисторов V3, V6 и V4, V5 (И22.044.223 Э3) подбирается так, что одна пара транзисторов V4, V5 находится в открытом состоянии, а другая пара транзисторов V3, V6 — в состоянии близком к запиранию.

Изменяя потенциал на базах транзисторов V3, V6 с помощью переменного резистора R7 (R4) (И22.044.090 Э3), изменяется степень запирания этих транзисторов, а значит, изменяется величина ответвляемого из сигнальной цепи полезного сигнала в противоположные плечи.

Особенностью второго каскада усилителя является то, что помимо усиления сигнала он выполняет функцию коммутатора канала. Работой коммутатора управляет специальное — коммутирующее устройство, выполненное на логических схемах 2И-НЕ (D2, D4, D6 и частично D7) и расположенное на плате предварительного У-усилителя. В зависимости от уровня напряжения на базах транзисторов V10, V11 (И22.030.223 Э3), создаваемого коммутирующим устройством, открываются транзисторы сигнальной цепи II либо I канала. При этом логика включения каналов во всех режимах работы У-каналов, за исключением режима «I+II», выбрана такой, что при открывании транзисторов коммутатора II канала транзисторы коммутатора I канала — закрываются и наоборот. Уровень напряжения на базах транзисторов задается резистивным делителем R25; R27 и R29; R33; (R48, R51 и R55) и составляет +7,5 В либо +10 В в зависимости от уровня разрешающего сигнала на выходе логических схем Д2.2 (Д2.4) коммутирующего устройства.

В положении «—→—→» переключателя «РЕЖИМ РАБОТЫ»

Для обеспечения работы усилителя X в режиме внешней развертки предусмотрена цепь подключения к усилителю внешнего сигнала. При этом генератор развертки выключается и с помощью диодного ключа (V1 и V2) ко входу усилителя X подключается внешний сигнал, поданный на вход «⊖ X» (И22.044.090 Э3). Управление ключом осуществляется напряжением с коммутатора входа X А22 (И22.044.090 Э3).

4.2.6. Усилитель Z (И22.030.227 Э3) представляет собой трехкаскадный импульсный усилитель с обратной связью, работающий в активном режиме с целью уменьшения задержки сигнала.

Входной каскад, содержащий транзистор V3, включенный по схеме ОБ, выполняет функцию логического сумматора сигналов различных источников, а именно: импульсов подсвета прямого хода луча, постоянного напряжения, определяющего уровень яркости луча, а также переменного напряжения произвольной формы, подаваемого на внешний вход «⊖ Z» (И22.044.090 Э3).

Входное сопротивление усилителя для внутренних источников импульсных сигналов составляет около 50 Ом, что обеспечивает согласование его с волновым сопротивлением коаксиального кабеля.

Второй каскад усилителя образуют транзисторы V4, V5, включенные по каскадной схеме типа ОЭ-ОБ. Такая схема позволяет получить хорошую линейность в широком частотном спектре. Для ослабления влияния выходного каскада на нагрузку транзистора V4 в схему введен эмиттерный повторитель V6.

С эмиттерного повторителя сигнал по двум параллельным цепям подается на выходной каскад, состоящий из двух каскадных усилителей типа ОЭ-ОБ: V8, V10 и V11, V9. Через усилитель V9, V11 проходит весь спектр сигнала, а через V8, V10 — только ВЧ-составляющие. Коррекция АЧХ в области высоких частот осуществляется с помощью конденсаторов С25* и С19, а в области средних частот — подстроечным конденсатором С17. Для повышения стабильности усилителя выходной каскад охвачен отрицательной обратной связью по напряжению (R25).

Отличительной особенностью схемы усилителя Z является способ связи его с модулятором ЭЛТ.

Фронты импульса подсвета передаются на модулятор через резистивно-емкостную цепочку R35 и С1 (И23.215.199 Э3), а плоская вершина — посредством изменения напряжения смещения модулятора, вырабатываемого низковольтным выпрямителем А10 (И22.044.090 Э3).

второй — напряжение перемещения луча по горизонтали, снимаемое с движка резистора R21 (И22.044.090 Э3). Регулировка коэффициента усиления производится с помощью переменного резистора R27.

Изменением смещения на базах транзисторов второго каскада (V9, V11), производимого резистором R32, осуществляется балансировка усилителя, а с помощью резистора R39 выбирается оптимальный участок характеристики выходного каскада с целью уменьшения нелинейных искажений.

После балансного каскада сигналы для левой и правой горизонтально отклоняющих пластин ЭЛТ разделяются. Транзисторы V9, V12, V17, V19, V29, V31 образуют каскады «верхнего» плеча, а V11, V13, V18, V21, V27, V28 — «нижнего». Ввиду схожести обоих плечей в дальнейшем описывается только «верхнее» плечо.

Второй каскад усиления выполнен на транзисторе V9 по схеме ОЭ с отрицательной обратной связью по напряжению. Для ослабления влияния последующих каскадов на коллекторную нагрузку V9 введен эмиттерный повторитель V12.

С повторителя сигнал по двум параллельным цепям подается на выходной каскад, состоящий из двух каскадов типа ОЭ-ОБ: V17, V31 и V19, V29. Структура выходного каскада такова, что при любом изменении сигнала один из выходных транзисторов ОБ работает «на открывание», что улучшает частотные свойства схемы. Для более полного перераспределения токов между выходными транзисторами включена RC-цепочка R69, C22, C27, осуществляющая параллельное их соединение по переменной составляющей сигнала. Постоянная составляющая проходит только через V19, V29. Конденсатор C14 корректирует частотную характеристику в области высоких частот.

Нагрузкой выходного каскада является емкость горизонтально отклоняющих пластин ЭЛТ. Перезаряд этой емкости осуществляется от генераторов тока (V29, V31), что позволяет получить хорошую линейность в широком диапазоне изменения скоростей развертки. Кроме того, выходной каскад охвачен отрицательной обратной связью через резистор R81.

Для выравнивания сигналов «верхнего» и «нижнего» плечей в области высоких частот введена RC-цепь R57, C16*. Примененная схема выходного каскада отличается довольно высокой экономичностью.

Режим «ПОИСК ЛУЧА» реализуется путем уменьшения эмиттерных токов транзисторов первого каскада (V7, V8), в результате чего динамический диапазон усилителя сужается и линия развертки укорачивается и не выходит за пределы рабочей части экрана по горизонтали.

(И22.044.090 Э3) высокий потенциал в точках 16 микросхем А2 и А4 создается последовательно с частотой повторения развертки, синхронно которому проходят сигналы с II и I канала. В этом случае строб-импульс от генератора развертки управляет работой триггера D6, который формирует сигнал управления коммутатором, создавая необходимые потенциальные уровни в точках 16 микросхем А2 и А4.

В положении «I+II» переключателя «РЕЖИМ РАБОТЫ» потенциал в точках 16 микросхем А2 и А4 высокий, сигналы с обоих каналов суммируются.

В положении «...» переключателя «РЕЖИМ РАБОТЫ» высокий потенциал в точках 16 микросхем А2 и А4 устанавливается последовательно с частотой в два раза меньше частоты следования импульсов, вырабатываемых мультивибратором (D4.1; D4.3; D4.4), который в свою очередь управляет работой триггера D6. В результате осуществляется принудительная коммутация каналов II и I с частотой, несинхронной частоте повторения развертки. Для устранения изображения переходных процессов на экране ЭЛТ, возникающих в момент переключения каналов в этом режиме, в устройстве управления предусмотрена специальная схема (D5.2; D5.3; D5.4), формирующая импульсы гашения с переменным временем задержки, которое задается разрядной цепью C41, R87. Изменяя с помощью переменного резистора R87 величину постоянной времени разряда этой цепи, устанавливают задержку начала формирования импульсов гашения.

Величина этой задержки равна времени задержки тракта вертикального отклонения.

Режим балансировки усилителя осуществляется с помощью переменных резисторов R6 (R5), включенных в эмиттерную цепь второго каскада усиления микросхем А2 (А4) соответственно для II и I каналов.

Предварительно усиленный сигнал поступает по двухпроводному симметричному кабелю — линии задержки (Е). Линия задержки со стороны входа и выхода согласована активными сопротивлениями, равными ее волновому сопротивлению.

Усилитель внутренней синхронизации А1 и А3 (соответственно канала II или I) идентичны описанному выше усилителю сигнала. Первый каскад усиления последнего несколько упрощен, т. к. в нем отсутствует режим калибровки усиления. Выбор канала синхронизации производится с помощью коммутатора, работой которого управляет специальная логическая схема D7, входящая в устройство управления, и переключатель режима синхронизации «ВНУТР. СИНХР.» (И22.044.090 Э3).

Потенциал баз транзисторов коммутатора синхронизации в точках 10, 1 и 16 микросхем А1 (А3) задается делителями на резисторах R24, R26, R28, R31, (R46, R49, R52, R54). Величина этого потенциала устанавливается или +10 или +7,5 В в зависимости от разрешающего сигнала, поступающего с логических схем D1.1, D1.2 (D1.3, D1.4) и D7.

В положении «II» переключателя «ВНУТР. СИНХР.» потенциал в точке 16 микросхемы А1 выше потенциала в точке 16 микросхемы А3, поэтому сигнал синхронизации проходит со II канала.

В положении «I» переключателя «ВНУТР. СИНХР.» потенциал в точке 16 микросхемы А1 ниже потенциала в точке 16 микросхемы А3, сигнал синхронизации проходит с I канала. В положении «I-II» переключателя «ВНУТР. СИНХР.» потенциалы в точках 16 микросхем А1 и А3 высокие, сигналы суммируются с обоих каналов.

Предварительно усиленный сигнал поступает на согласующий (по постоянному току) каскад, собранный на микросборке ЯП2.030.004.

Коррекция частотной характеристики в области высоких частот в усилителе сигнала А2 (А4) и усилителе синхронизации А1 (А3) осуществляется с помощью конденсаторов С1...С8, расположенных внутри микросхем (И22.030.223 Э3).

В развязках по цепям питания между усилителями сигнала и синхронизации каналов II и I применены конденсаторы С2, С4, С13, С14, С12 (С25, С26, С27) С33...С35 и др.

4.2.3. Выходной У-усилитель (И22.030.226 Э3) состоит из 4-х каскодных усилителей, выполненных на отдельных микросхемах. Первые три каскада А1...А3 (И22.030.224) идентичны и выполнены по схеме дифференциального каскодного усилителя типа ОЭ-ОБ. В эмиттерных цепях этих каскадов следующие корректирующие цепочки: по высокой частоте — С21, R26*; по низким и средним частотам — С14, R14*; С15, R15*; С16, R17*; С17, R18*; С23, R28*; С24, R29*. Коррекция переходной характеристики в области 1,5÷10 нс осуществляется с помощью конденсаторов С1...С4 (И22.030.224 Э3).

Выходной каскад усиления выполнен по так называемой схеме «удвоителя It». Выходы транзисторных пар V1, V2 и V3, V4 (см. И22.030.222 Э3) включены последовательно для получения общего тока. Каждая пара транзисторов обеспечивает удвоенный ток в ответ на входной, поскольку выходы этих пар включены параллельно. Результирующий выходной ток усиливается до максимальной величины в области высоких частот транзисторами V5, V6, включенными по схеме ОБ. На низких частотах усиление каскада зависит от величины эмиттерных сопро-

подаются на базу V35. Одновибратор перейдет в состояние, при котором транзистор V35 откроется, а V41 закроется. В этом квазиустойчивом состоянии одновибратор будет находиться в течение времени, определяемого постоянной времени цепи перезаряда конденсатора С38, или будет оставаться в этом состоянии до тех пор, пока поступают синхроимпульсы с периодом следования меньшим удвоенной постоянной времени цепи С38, R97, R108. В этом случае транзистор подпитки V32 запирает цепь принудительного запуска триггера V18, который управляется только синхроимпульсами. Таким образом, осуществляется ждущий режим работы генератора развертки. Транзистор V32 совместно со светодиодом Н7 (И22.044.090 Э3) используется для индикации наличия синхронизации.

В состав устройства однократного запуска входят два RS-триггера, логический инвертор (D2.4), ключевой транзистор V3, а также светодиод Н6 (И22.044.090 Э3). При включении, с помощью коммутатора А20 (И22.044.090 Э3) однократного режима развертки, основной RS-триггер (D2.2, D2.3) устанавливается в исходное состояние, при котором ключевые транзисторы V8, V9 устройства блокировки открываются, блокируя запуск триггера управления разверткой. Нажатием кнопки «ГОТОВ» (А20), RS-триггер опрокидывается, отключая блокировку и разрешая однократный запуск развертки. После окончания периода формирования пилообразного импульса RS-триггер опрокидывается в исходное состояние импульсом компаратора 1, вновь блокируя запуск триггера управления.

Инвертор D1.3 и светодиод Н6 служат для индикации готовности устройства к запуску развертки в режиме «ОДНОКР.». Вспомогательный RS-триггер (V3, D2.1) устраняет повторный запуск развертки из-за переходных процессов, возникающих при включении кнопки «ГОТОВ».

Линия задержки Е устраняет нелинейность начала пилообразного напряжения, задерживая импульс подсвета.

Усилитель-инвертор состоит из инвертирующего каскада V31 и эмиттерного повторителя V36, охваченных отрицательной обратной связью по напряжению (R80). Включенная на выходе RC-цепочка (R104, С37) улучшает линейность пилообразного напряжения, выводимого на переднюю панель осциллографа.

4.2.5. С эмиттера согласующего каскада генератора развертки пилообразное напряжение поступает на усилитель X (И22.035.368 Э3). Для согласования входных цепей усилителя с выходом генератора по постоянному току введены стабилитроны V3, V4. Первый каскад усилителя выполнен по балансной схеме (V7, V8) с регулируемым коэффициентом усиления, на один вход которого подается пилообразное напряжение, а на

подключается резистор R129, изменяющий коэффициент деления делителя в 5 раз. Одновременно для поддержания неизменного уровня постоянной составляющей напряжения на входе усилителя X в цепь регулировки перемещения луча по горизонтали подключается тем же реле K2 компенсирующий резистор R11. При достижении пилообразным напряжением уровня около +2,5 В срабатывает компаратор I, построенный по балансной схеме (V34, V44). Отрицательным фронтом импульса компаратора опрокидывается одновибратор (D1) устройства блокировки, который открывает транзисторные ключи V8, V9. Открываясь до насыщения, ключи изменяют режим по току главного триггера управления разверткой и переводят диод V18 в низковольтное состояние. Таким образом, прекращается формирование пилообразного напряжения и начинается период восстановления интегратора. Длительность импульса блокировки определяется емкостью конденсатора, подключаемого параллельно конденсатору C11. Уровень срабатывания компаратора I изменяется, поддерживая неизменной амплитуду пилообразного напряжения на выходе генератора.

В схеме генератора развертки применены два независимых компаратора. Вход компаратора II подключен к эмиттеру V42 согласующего каскада, а выход — к коллектору V23 усилителя строб-импульса. При достижении пилообразным напряжением определенного уровня туннельный диод V39 переводится в высоковольтное состояние коллекторным током транзистора V38. Транзисторный ключ V37 открывается и закорачивается на корпус коллектора V23, прекращая таким образом формирование импульса подсвета еще до начала срабатывания компаратора I.

Устройство автозапуска обеспечивает автоматический запуск генератора развертки в режиме «АВТ.» при отсутствии сигнала на входе усилителя синхронизации либо переключает триггер управления разверткой в ждущий режим при поступлении синхроимпульсов. Устройство автозапуска содержит усилительный каскад на транзисторе V25, одновибратор на транзисторах V35, V41 и цепь дополнительной подпитки триггера управления разверткой V32. При отсутствии синхроимпульсов на базе V25 одновибратор находится в таком состоянии, когда транзистор V35 закрыт, V41 открыт. Потенциал базы транзистора V32 превышает +5 В т. е. V32 открывается и через резистор R76 протекает дополнительный ток подпитки диода V18, переводя его в высоковольтное состояние. Таким образом, производится принудительный запуск генератора развертки в отсутствие синхросигнала.

При наличии сигнала синхронизации на базу усилителя V25 поступают короткие синхроимпульсы, которые после усиления

тивлений R1 и R4, обеспечивающих необходимую величину обратной связи. Таким образом, выходные токи соответствующих пар транзисторов V1, V2 и V3, V4 удваиваются, что позволяет на частоте f_T получить двухкратное усиление, т. е. схема практически работает на более высоких частотах, чем обычный дифференциальный каскад. Кроме того, в качестве транзисторных пар могут быть использованы более высокочастотные и менее мощные транзисторы.

Коррекция частотной характеристики (в области высоких частот) в этом каскаде осуществляется с помощью конденсаторов C1...C6 (И22.030.222 Э3), а развязка цепей питания — с помощью конденсаторов C8, C7, C25.

Нагрузкой выходного каскада является вертикально-отклоняющая система ЭЛТ, которая представляет собой симметричную линию с распределенными параметрами и волновым сопротивлением 150 Ом. Со стороны входа линия согласована нагрузочным резистором A16...A18 (И22.044.090 Э3), обладающим минимальными паразитными реактивностями.

4.2.3а. Усилитель синхронизации (И22.075.033 Э3) обеспечивает усиление входных синхронизирующих сигналов до амплитуды и мощности, достаточных для срабатывания туннельного диода формирователя синхроимпульсов.

Усилитель синхронизации содержит устройство выбора источника синхронизирующего сигнала и вида связи с ним, входные согласующие цепи, собственно усилитель и формирователь синхроимпульсов.

Выбор источника синхронизации осуществляется с помощью электромагнитных реле K1, K2, подключающих ко входу усилителя:

исследуемый сигнал, поданный на вход усилителя вертикального отклонения (положение «ВНУТР.»);

переменное напряжение с частотой сети (положение «СЕТЬ»);

сигнал, поданный на вход внешней синхронизации в отношении 1:1 (положение «1:1») или в отношении 1:10 (положение «1:10»).

Электромагнитные реле устройства выбора источника синхронизирующего сигнала и вида связи с ним находятся непосредственно на плате усилителя синхронизации. Паразитные емкость и индуктивность контактов таким образом сведены к минимуму.

Сигнал от выбранного источника синхронизации поступает на следующее электромагнитное реле K3, которое обеспечивает прохождение на усилитель синхронизации постоянной и переменной составляющих входного сигнала (положение « \approx »), либо

только переменной составляющей (положение « \sim »). При этом входные согласующие цепи обеспечивают для каждого источника согласованную нагрузку.

При синхронизации от переменного напряжения с частотой сети (положение «СЕТЬ») или от внешнего источника сигнал синхронизации поступает на одно из плеч симметричного дифференциального усилителя (A1), выполненного по каскадной схеме типа ОЭ-ОБ. На второе плечо усилителя через резистивный делитель подается регулирующее напряжение, определяющее уровень срабатывания порогового устройства формирователя синхроимпульсов. В режиме внутренней синхронизации на это плечо через электромагнитное реле K2 подается сигнал синхронизации с целью повышения амплитуды на выходе усилителя синхронизации.

Усиленный усилителем (A2) сигнал синхронизации поступает на выходной усилитель (A3), выполняющий одновременно функцию формирователя синхроимпульсов. Нагрузкой усилителя являются туннельные диоды V1, V2, подключенные к выходным плечам каскада. Степень начального разбаланса плеч усилителя, устанавливаемая резистором R10 «УРОВЕНЬ» (И22.044.090 Э3), определяет момент срабатывания порогового устройства (диоды V1, V2), т. е. осуществляет привязку синхроимпульса к выбранному уровню синхронизирующего сигнала.

Для обеспечения синхронизации развертки сигналами любой полярности в усилителе предусмотрено инвертирование сигнала. Эту функцию выполняет выходная ступень усилителя, плечи которой состоят из двух пар транзисторов со взаимно перекрещенными коллекторными цепями. Коммутацией базовых цепей этих транзисторов, осуществляемой с помощью коммутатора A8 (И22.044.090 Э3), производится изменение полярности сигнала синхронизации. Оптимальный режим работы диода V1 выбирается с помощью переменного резистора R35. Синхроимпульсы, снимаемые с диода V1, используются для запуска развертки, а с V2 для индикации наличия синхронизации.

4.2.4. С усилителя синхронизации синхроимпульсы по трем различным цепям поступают на генератор развертки (И22.211.055 Э3). Эти импульсы через линию задержки E2 (И22.044.090 Э3) подаются на главный триггер управления разверткой, реализованный с целью получения крутых фронтов строб-импульса на туннельном диоде V18. Находящийся в низковольтном состоянии, триггер управления опрокидывается положительным фронтом синхроимпульса в высоковольтное состояние, которое соответствует началу прямого хода развертки.

Для устранения нестабильности запуска (синхронизации) генератора на быстрых развертках из-за относительно большого

времени разблокирования триггера V18 в схему запуска дополнительно введены: вспомогательный триггер запуска V14 и линия задержки E2, роль которой выполняет отрезок коаксиального кабеля длиной около 150 мм с волновым сопротивлением 50 Ом и временем задержки синхроимпульса 1,0÷1,5 нс.

Рабочий режим туннельных диодов V14 и V18 устанавливается переменными резисторами R43 и R56 соответственно. Скачок напряжения с главного триггера управления разверткой поступает на двухкаскадный усилитель строб-импульса (V21—V26), выполненный по балансной схеме и работающий в режиме близком к ключевому. С выхода первого каскада строб-импульс через эмиттерный повторитель V27 поступает на усилитель импульса подсвета, а через эмиттерный повторитель V43 на формирователь коммутирующих импульсов Y-каналов в режиме «ПООЧЕРЕДНО».

С симметричных выходов усилителя строб-импульс подается через ключевую схему V4, V5 на вход интегрирующего усилителя V17, V24 (интегратора). Интегратор формирует положительное подающее напряжение заданной амплитуды.

Для улучшения передачи фронта строб-импульса в ключевую схему дополнительно введены транзисторы V1, V6 и диод V2. Транзистор V12 (эмиттерный повторитель с отсечкой) служит для задания исходного уровня пилообразного напряжения, определяемого делителем R28, R29; на время прямого хода развертки транзистор V12 запирается отрицательным смещением база-эмиттер. Транзисторы V13 и V16 совместно с резисторами, подключаемыми к R35, корректируют величину смещения на входе собственно интегратора (V17, V24), что необходимо для уменьшения времени задержки начала запуска генератора на быстрых развертках. Для увеличения линейности развертки коллектор интегрирующего транзистора V24 запитывается от источника тока V19. Интегрирующие конденсаторы подключаются посредством высокочастотного реле K1 между входом и выходом интегратора. Вреязадающие резисторы подключаются ко входу интегратора кулачковым переключателем S1 коммутатора развертки (И22.242.052 Э3). Формирование пилообразного напряжения на поддиапазонах развертки с длительностями 20 и 10 нс осуществляется путем пятикратного увеличения крутизны пилообразных импульсов с длительностями 100 и 50 нс соответственно, т. е. применена «растяжка» развертки в 5 раз.

С коллектора V24 интегратора напряжение развертки поступает на согласующий каскад, состоящий из эмиттерного повторителя V42, к выходу которого подключен прецизионный делитель (R128, R129, R134) с переменным коэффициентом деления. На развертках с длительностями 20 и 10 нс с помощью реле K2

- « ⊕ Z » — разъем внешнего входа Z — усилителя;
- « ⊕ » — клемма защитного заземления корпуса прибора;
- «Р» — счетчик времени наработки;
- «I», «II» — разъемы питания активных пробников.

8.2. Подготовительные операции перед включением прибора

Перед подключением прибора к питающей сети необходимо: установить тумблер «220V, 115V» в положение, соответствующее номинальному напряжению сети;

проверить наличие предохранителя «5А» сетевого напряжения и соответствие его номинальному току;

соединить клемму защитного заземления прибора с шиной «ЗЕМЛЯ».

Установить органы управления на лицевой панели в исходные положения, а именно:

тумблер «СЕТЬ» — в нижнее положение;

ручки: « ⊕ » — в крайнее левое положение;

« ⊕ » — в среднее положение;

« ⊕ » — в крайнее левое положение;

переключатели:

«РЕЖИМ РАБОТЫ» — в положение «I»;

«V/ДЕЛ.» — в положение «0,01» (оба канала);

« ~, ⊥, ≈ » — в положение «⊥»;

ручку « ⊕ » — в среднее положение;

переключатели:

«ВНУТР. СИНХР.» — в положение «I»;

«ВНУТР. СЕТЬ, 1:1, 1:10» — в положение «ВНУТР.»;

« ≈, ~ » — в положение « ~ »;

ручку «УРОВЕНЬ» — в среднее положение;

переключатели:

«РЕЖИМ» — в положение «АВТ.»;

«ВРЕМЯ/ДЕЛ.» — в положение «0,1 ns»;

ручки: «ПЛАВНО» — в крайнее правое, фиксированное положение;

« ⊕ » — в среднее положение;

переключатели:

«ВКЛ., ОТКЛ.» — в положение «ОТКЛ.»;

L1, L2 и L3 (И22.044.090 Э3). За счет изменения величины тока в катушке поворота луча L3 достигается полное совмещение линии развертки с горизонтальной осевой линией шкалы, а установкой соответствующих токов в левой L1Л и правой L1П отклоняющих катушках устраняется неортогональность горизонтальной и вертикальной линии развертки луча. Дополнительная коррекция геометрических искажений с помощью электромагнитной линзы, образованной катушкой L2 позволяет уменьшить искажения на краях рабочей части экрана, вызванные нелинейностью отклонения луча.

Регулировка токов катушек: поворота луча L3, коррекции неортогональности L1Л и L1П, а также коррекции геометрических искажений L2 осуществляется с помощью переменных резисторов соответственно: R6, R4, R5 и R7, образующих отдельный узел управления (И22.450.007 Э3).

4.2.11. Источники питания обеспечивают осциллограф необходимыми напряжениями при включении его в сети переменного тока с напряжением (220 ± 22) В, частотой $(50 \pm 0,5)$ Гц и напряжением (220 ± 11) В или $(115 \pm 5,75)$ В с частотой (400 ± 10) Гц.

Основные электрические данные источников питания приведены в табл. 2.

Напряжение промышленной сети (220 В) через сетевой фильтр, состоящий из дросселей L1, L2 и конденсаторов C1, C2 (И22.087.442 Э3), поступает непосредственно на мостовой выпрямитель, выполненный на диодах V26...V29 (И23.215.163 Э3). Выпрямленное напряжение величиной порядка 300 В через резистор R28 (И23.215.163 Э3), ограничивающий ток заряда конденсаторов C3, C4 (И22.087.442 Э3), фильтруется П-образным LC-фильтром: дроссель L3, конденсаторы C3...C6 (И22.087.442 Э3) и поступает на стабилизатор с выходным напряжением 270 В, выполненный на транзисторе V9, резисторах R7, R8, стабилитронах V11...V13 (И22.087.442 Э3), V32, V33 (И22.215.163 Э3). Стабилизированным напряжением 270 В питается оконечный усилитель мощности, выполненный на транзисторах V1, V2 (И22.087.442 Э3), конденсаторах C15, C16 (И23.215.163 Э3), трансформаторе T2 (И22.087.442 Э3).

Для обеспечения возможности работы осциллографа от сети с напряжением 115 В тумблер S2 (И22.087.442 Э3) необходимо перевести в положение «115 В 400 Hz». При этом диоды V27, V29 (И23.215.163 Э3) и конденсаторы C3, C4 (И22.087.442 Э3) включаются по схеме удвоения напряжения и на оконечный усилитель мощности поступит то же напряжение, что и при подключении блока питания в сеть с напряжением 220 В.

Таблица 2

Номинальное напряжение, В	Ток нагрузки, А	Коэффициент стабилизации	Напряжение пульсации, В	Примечание
+5	0,4	500	0,003	
+8	0,3	1	0,5	
+15	0,4	500	0,003	
+27	0,2	500	0,005	
+48	0,2	500	0,02	
+130	0,06	3	0,5	
+20000	0,0001	20	40	
-5	0,08	500	0,003	
-15	0,5	500	0,003	
-48	0,2	200	0,02	
-2500	0,001	20	1	
~ 6,3	0,3	20		Под потенциалом — 2500 В
~ 200	0,001	20		частотой 18—40 кГц
~ 2—12	0,001	1		частотой 50, 60, 400 Гц.

Одновременно сетевое напряжение подается на первичную обмотку трансформатора Т1 (И22.087.442 Э3) через резисторы R26, R27 (И23.215.163 Э3). Напряжение, снимаемое с вторичной обмотки этого трансформатора, выпрямляется мостовым выпрямителем — микросхема А1 (И23.215.163 Э3). Выпрямленное напряжение поступает на конденсатор С1 (И23.215.163 Э3) и заряжает его до напряжения порядка 12 В, а также на схему запуска, состоящую из транзистора V6, тиристора V9 и времязадающей цепочки — резистор R2, конденсатор С3 (И23.215.163 Э3). Через 1—3 с конденсатор С3 заряжается до напряжения порядка 8 В, открывается транзистор V6 и включается тиристор V9 (И23.215.163 Э3). Конденсатор С1 (И23.215.163 Э3) начинает обеспечивать энергией задающий генератор и предварительный усилитель мощности, выполненные соответственно по схеме автоматического мультивибратора и симметричного двухтактного усилителя на транзисторах V2, V3, V13, V14, конденсаторах С4, С5, резисторах R4...R7, трансформаторах Т1, Т2 (И23.215.163 Э3).

Задающий генератор и предварительный усилитель мощности начинают работать. Начинает работу окончательный усилитель.

К органам управления режимом канала горизонтального отклонения относятся:

«ВКЛ., ОТКЛ.» — переключатель режима работы канала горизонтального отклонения, обеспечивающий включение;

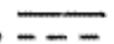
«ВКЛ.» — к усилителю горизонтального отклонения подключается внешний сигнал, одновременно блокируется генератор развертки;

«ОТКЛ.» — к усилителю горизонтального отклонения подключается сигнал от внутреннего генератора развертки;

« X» — в. ч. разъем входа внешнего сигнала канала горизонтального отклонения;

« X» — подстроечная регулировка коэффициента развертки (расположенная на верхней крышке).

К органам управления калибратора относятся:

« 1 кГц, » — переключатель режима работы калибратора амплитуды и длительности, обеспечивающий включение режимов;

« 1 кГц» — включается импульсный режим работы калибратора;

«» — включается стационарный режим работы калибратора с выходным напряжением постоянного тока;

«0,6 В 500Ω; 0,06 В 50Ω» — переключатель выхода калибратора амплитуды, обеспечивающий включение;

«0,6 В 500Ω» — к выходному разъему сигнал калибратора подключается без ослабления, на нагрузке 500 Ом;

«0,06 В 50Ω» — к выходному разъему сигнал калибратора подключается с ослаблением в 10 раз, на нагрузке 50 Ом;

«» — разъем выхода калибратора амплитуды и длительности.

В состав прочих органов управления и присоединения входят органы, расположенные на лицевой панели прибора:

«СЕТЬ» — тумблер, осуществляющий включение и выключение прибора;

«» — клемма защитного заземления корпуса прибора; а также органы, расположенные на задней панели:

«СЕТЬ» — разъем присоединения сетевого шнура питания;

«5А» — держатель предохранителя сетевого напряжения;

«220V, 115V» — тумблер переключения номинальных напряжений сети;

«ВНУТР.» — подключается к усилителю синхронизации исследуемый сигнал I-го либо II-го канала в зависимости от положения переключателя «ВНУТР. СИНХР.»;

«СЕТЬ» — подключается к усилителю синхронизации сигнал с частотой питающей сети;

«1:1» — подключается к усилителю синхронизации внешний сигнал без ослабления;

«1:10» — подключается к усилителю синхронизации внешний сигнал с ослаблением в 10 раз.

« \approx , \sim » — переключатель вида связи усилителя синхронизации с источником синхронизирующего сигнала, обеспечивающий включение:

« \approx » — включается прямая связь с источником сигнала при полном рабочем диапазоне частот синхронизации;

« \sim » — включается связь с источником по переменному току с дополнительным ограничением частотного диапазона синхронизации;

«УРОВЕНЬ» — ручка регулировки уровня синхронизирующего сигнала при котором происходит запуск развертки;

«+», «-» — переключатель полярности синхронизирующего сигнала;

« \oplus ВНЕШ.» — разъем входа внешнего сигнала синхронизации.

К органам управления разверткой относятся:

переключатель режима работы генератора развертки, обеспечивающий включение следующих режимов:

«АВТ.» — автоматический запуск генератора развертки в отсутствие синхронизирующего сигнала;

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

«ОДНОКР.» — запуск генератора развертки осуществляется однократно и только при наличии синхронизирующего сигнала;

«ГОТОВ» — кнопка подготовки (восстановления) генератора развертки к очередному запуску при однократном режиме работы;

«ВРЕМЯ/ДЕЛ.» — переключатель калиброванных коэффициентов развертки;

«ПЛАВНО» — ручка плавной регулировки коэффициента развертки с перекрытием в 2,5 раза;

« \rightarrow » — ручка горизонтального перемещения луча;

« $\ominus \Delta$ » — разъем выхода генератора развертки (пилосигнальный сигнал).

мощности и на выходе его трансформатора появляются переменные напряжения, которые выпрямляются и фильтруются.

Напряжение величиной порядка 55 В с коллектора транзистора V3 (И22.087.442 Э3) через резисторы R14, R22 (И23.215.163 Э3) поступает на задающий генератор и предварительный усилитель мощности, обеспечивая их работу. Это же напряжение через резистор R10 (И23.215.163 Э3) поступает на базу транзистора V10 (И23.215.163 Э3) и открывает его.

Стабилизаторы включаются с задержкой во времени, равной нескольким секундам, определяемой параметрами релаксационного генератора, выполненного на транзисторе V6 (И23.233.182 Э3).

После включения тиристора V15 (И23.233.182 Э3) появляется напряжение подпитки стабилизатора +48 В, он включается, обеспечивая включение всех стабилизаторов напряжения.

При этом на катод тиристора V9 (И23.215.163 Э3) через резистор R3 (И23.215.163 Э3) и диод V1 (И23.215.163 Э3) поступает напряжение минус 15 В, обеспечивая его открытое состояние. Конденсатор C1 (И23.215.163 Э3) шунтируется, схема запуска отключается.

Стабилитрон V5 (И23.215.163 Э3) служит для ограничения напряжения на конденсаторе C1 (И23.215.163 Э3) при включении блока питания в сеть с напряжением 220 В, частотой 400 Гц.

Стабилизатор с выходным напряжением +48 В выполнен по компенсационной схеме с последовательно включенным регулирующим транзистором V3 (И22.087.442 Э3). В состав стабилизатора +48 В входят: составной транзистор V11 (И23.233.182 Э3), транзисторы дифференциального усилителя V9, V22 (И23.233.182 Э3), защитный транзистор V20 (И23.233.182 Э3). Опорное напряжение стабилизатора снимается с стабилитрона V3 (И23.233.182 Э3). Конденсаторы C3, C8, C15 (И23.233.182 Э3) служат для устранения условий самовозбуждения стабилизатора. Выходное напряжение стабилизатора можно регулировать в пределах от 45 до 50 В при помощи переменного резистора R29 (И23.233.182 Э3).

Напряжение подпитки стабилизатора +48 В снимается с стабилитрона V18 (И23.233.182 Э3).

Напряжение +130 В получается путем суммирования напряжений +48 В и напряжения на конденсаторе C7 (И23.233.182 Э3).

При увеличении напряжения на входе стабилизатора +48 В начинает увеличиваться напряжение на его выходе. При этом потенциал на базе транзистора V22 (И23.233.182 Э3) уменьшается и он частично закрывается, что приводит к частичному

открыванию транзистора V9 (И23.233.182 Э3). Ток коллектора транзистора V9 (И23.233.182 Э3) возрастает, а ток базы транзистора V11 (И23.233.182 Э3) уменьшается и он, а также транзистор V3 (И22.087.442 Э3), частично закрываются. Напряжение между коллектор-эмиттерным переходом транзистора V3 (И22.087.442 Э3) возрастает, а выходное напряжение стабилизатора остается неизменным.

Аналогично работает схема при уменьшении входного напряжения стабилизатора, а также изменении его тока нагрузки.

При перегрузке на выходе стабилизатора +48 В увеличиваются ток через резистор R 16 (И23.233.182 Э3) и положительный потенциал на базе транзистора V20 (И23.233.182 Э3). Транзистор V20 (И23.233.182 Э3) открывается и шунтирует эмиттер — базовые переходы транзисторов V11 (И23.233.182 Э3) и V3 (И22.087.442 Э3) и они закрываются. Ток стабилизатора и выходное напряжение его уменьшается. К выходу стабилизатора +48 В подключен вход стабилизатора +27 В, в состав которого входят транзисторы V8 (И22.087.442 Э3), V29 (И23.233.182 Э3), резисторы R43, R44, R46, R48 (И23.233.182 Э3), конденсатор C18 (И23.233.182 Э3). Выходное напряжение стабилизатора можно регулировать переменным резистором R46 (И23.233.182 Э3) в пределах от 20 до 30 В.

В состав стабилизатора минус 48 В входят: транзисторы V4 (И22.087.442 Э3); V10, V12, V21, V23 (И23.233.182 Э3). Опорное напряжение стабилизатора снимается с стабилитрона V4 (И23.233.182 Э3). Источником подпитки стабилизатора служит напряжение +48 В. Выходное напряжение стабилизатора можно регулировать в пределах от 45 до 50 В при помощи переменного резистора R32 (И23.233.182 Э3).

В состав стабилизатора минус 15 В входят: транзистор V6, (И22.087.442 Э3) и транзисторы микросхемы A1 (И23.233.182 Э3).

Опорное напряжение стабилизатора снимается с стабилитрона V16 (И23.233.182 Э3). Источником подпитки стабилизатора служит напряжение +48 В. Выходное напряжение стабилизатора можно регулировать при помощи переменного резистора R38 (И23.233.182 Э3) в пределах от 12 до 17 В. К выходу стабилизатора минус 15 В подключен вход стабилизатора минус 5 В, в состав которого входят транзисторы V28, V30, V31 (И23.233.182 Э3), резисторы R45, R47, R49, R50, R52 (И23.233.182 Э3), конденсатор C17 (И23.233.182 Э3) стабилитрон V26 (И23.233.182 Э3). Выходное напряжение стабилизатора можно регулировать при помощи переменного резистора R51 (И23.233.182 Э3) в пределах от 4,5 до 5,5 В.

«» — ручка регулировки освещенности линий шкалы ЭЛТ;

«ПОИСК ЛУЧА» — кнопка, при нажатии которой луч будет находиться в пределах рабочей части экрана ЭЛТ.

«» — символ «Внимание! Для кнопочных переключателей недопустимо одновременное нажатие двух и более кнопок».

К органам управления каналами тракта вертикального отклонения луча относятся:

«РЕЖИМ РАБОТЫ» — переключатель режимов работы тракта вертикального отклонения, обеспечивающий включение следующих режимов:

«I» — в тракт отклонения включается канал I;

«» — в тракт отклонения поочередно включаются I-й и II-й каналы синхронно с частотой развертки;

«I+II» — в тракт отклонения одновременно включаются оба канала с алгебраическим суммированием сигналов этих каналов;

«...» — в тракт отклонения периодически включается I и II каналы с фиксированной частотой коммутации (около 500 кГц);

«II» — в тракт отклонения включается канал II;

«V/ДЕЛ.» — переключатели калиброванных коэффициентов отклонения I и II каналов;

«, , » переключатели входов I и II каналов;

«ВНУТР. СИНХР.» — переключатель источников внутренней синхронизации, осуществляющей включение источников:

«I» — подключает к усилителю синхронизации сигнал канала I;

«II» — подключает к усилителю синхронизации сигнал канала II;

«I, II» — подключает к усилителю синхронизации сигнал включенного канала тракта вертикального отклонения;

«» — ручки вертикального перемещения лучей каналов I и II;

«» — подстроечные регулировки коэффициентов отклонения I-го и II-го каналов;

« 50Ω10Vmax» — согласованные входы I-го и II-го каналов.

В состав органов управления синхронизацией входят:

«ВНУТР. СЕТЬ, 1:1, 1:10» — главный переключатель источников синхронизации, осуществляющий включение источников;

элементы, расположенные в выпрямителях И23.215.168, И23.215.165-01, находящиеся под потенциалом от 2 кВ до 20 кВ.

ВНИМАНИЕ!

В приборе применена электронно-лучевая трубка 16Л0101А, являющаяся источником неиспользуемого рентгеновского излучения. Для защиты оператора от излучения перед экраном ЭЛТ установлено стекло марки ТФ5 и защитные экраны.

При эксплуатации и ремонте прибора необходимо соблюдать меры безопасности:

- не работать с максимальной яркостью;
- не снимать защитные экраны, установленные внутри прибора;
- не работать без защитного стекла, установленного перед экраном ЭЛТ;
- не работать при наличии трещин в защитном стекле.

8. ПОДГОТОВКА ПРИБОРА К РАБОТЕ

8.1. Назначение органов управления и присоединения

Расположение органов управления на лицевой панели прибора приведено на рис. 1 приложения 1.

Все органы управления и присоединения прибора объединены в следующие функциональные группы:

- органы управления ЭЛТ;
- органы управления каналами тракта вертикального отклонения;
- органы управления синхронизацией;
- органы управления разверткой;
- органы управления режимом канала горизонтального отклонения;
- органы управления калибратором;
- прочие органы управления и присоединения;

□ — места нанесения знака Госреестра и предприятия-изготовителя.

В группу органов управления ЭЛТ входят:

- «  » — ручка регулировки яркости изображения;
- «УСТАН. ЯРКОСТИ» — дополнительная регулировка яркости изображения;
- «  » — ручка регулировки фокусировки (четкости) изображения;
- «  » — подстроечная регулировка астигматизма изображения;

В состав стабилизатора +15 В входят транзисторы V5 (И22.087.442 Э3), V5, V7, V8 (И23.233.182 Э3). Опорным напряжением стабилизатора служит напряжение минус 15 В. Источником подпитки стабилизатора является напряжение +48 В. Диод V24 (И23.233.182 Э3) служит для термокомпенсации. Выходное напряжение стабилизатора можно регулировать переменным резистором R35 (И23.233.182 Э3) в пределах от 12 до 17 В.

В состав стабилизатора +5 В входят транзисторы V7 (И22.087.442 Э3), V13, V14 (И23.233.182 Э3). Опорным напряжением стабилизатора служит напряжение минус 15 В. Источником подпитки стабилизатора является напряжение +48 В.

Резистор R6 (И23.233.182 Э3), транзистор V5 (И23.233.182 Э3) и диоды V1, V2 (И23.233.182 Э3) входят в состав схемы защиты стабилизаторов +15 В и +5 В.

Напряжение, снимаемое с обмоток 1—2, 15—16 трансформатора Т2 (И22.087.442 Э3) через диоды V7, V8, V30, V31 поступает на базы транзисторов V1, V2 (И22.087.442 Э3) и исключает возможность их одновременного открывания.

При перегрузках на входах стабилизаторов или на выходе источника +130 В увеличивается ток в первичных обмотках трансформаторов Т2 (И22.087.442 Э3) и Т3 (И23.215.163 Э3), что приводит к увеличению напряжения на выводах 1—3 трансформатора Т3 (И23.215.163 Э3) и на конденсаторе С14 (И23.215.163 Э3). Включается тиристор V16 (И23.215.163 Э3), закорачивая стабилитрон V17 (И23.215.163 Э3). Задающий генератор прекращает работу и блок питания отключается.

Блок питания включается автоматически после устранения перегрузки. Транзистор V19 (И23.215.163 Э3) служит для кратковременного отключения защиты в момент включения блока питания.

При помощи переменного резистора R16 (И23.215.163 Э3) можно регулировать предел срабатывания защиты.

4.2.12. Преобразователь высоковольтный (И23.211.041 Э3) обеспечивает питающими напряжениями электронно-лучевую трубку. Входные напряжения преобразователя +65, +48, +15, минус 15 В, выходные напряжения — минус 2,5 кВ, +20 кВ, ~6,3 В, ~200 В.

В преобразователе транзистор V2 и подсоединенная к нему схема образует генератор, вырабатывающий синусоидальное напряжение частотой около 20 кГц. Транзистор V2 кроме функции генератора выполняет функции регулятора. Он поддерживает постоянным напряжение на первичной и вторичных обмотках трансформатора Т1 при изменении напряжения +65 В. При увеличении напряжения +65 В увеличивается напряжение

минус 2,5 кВ. Через делитель R2...R9 (И23.215.165 Э3), R3 (И22.032.098-03 Э3) часть этого напряжения прикладывается к транзисторам T1, T2 (И22.032.098-03 Э3). Они частично закрываются, открывая транзистор T3 (И22.032.098-03 Э3). Транзистор T4 (И22.032.098-03 Э3) частично закрывается. Сопротивление между коллектором и эмиттером его увеличивается, уменьшая базовый ток транзистора V2, и он частично закрывается, оставляя неизменным напряжение на первичной и вторичных обмотках трансформатора T1 (И23.211.041 Э3). Аналогично осуществляется стабилизация выходных напряжений преобразователя при уменьшении напряжения +65 В.

Стабилизация напряжения минус 2,5 кВ осуществляется также при изменении его тока нагрузки.

Регулировка всех выходных напряжений преобразователя осуществляется потенциометром R1 (И22.032.098-03 Э3).

Выпрямитель минус 2,5 кВ выполнен на диоде V1 (И23.215.165 Э3) по однополупериодной схеме. Выпрямленное напряжение фильтруется сначала емкостным фильтром — конденсаторы C1, C2 (И23.215.165 Э3), а затем RC-фильтром, резистор R1 (И23.215.165 Э3), конденсаторы C3...C5 (И23.215.165 Э3).

Конденсатор C7 (И23.215.165 Э3) и дроссель L1 (И23.215.165 Э3) служат для устранения наводок с частотой работы преобразователя на низковольтные источники.

Выпрямитель +20 кВ выполнен по однополупериодной схеме выпрямления с умножением напряжения в 7 раз на диодах V1...V7 (И23.215.168 Э3) и конденсаторах C1...C13 (И23.215.168 Э3). Умноженное напряжение фильтруется дополнительно RC-фильтром — резистор R1 (И23.215.168 Э3), конденсатор C14 (И23.215.168 Э3).

4.2.13. Для создания высокого входного импеданса по входу Y-каналов осциллографа в комплект прибора введен выносной активный пробник (И22.746.033 Э3). Благодаря высокому входному сопротивлению и минимальной величине входной емкости влияние его на исследуемый сигнал оказывается незначительным. Исследуемый сигнал подается на вход истокового повторителя V1, а затем на два каскада эмиттерных повторителей V2, V4, которые обеспечивают развязку по высокой частоте и согласование входных сопротивлений осциллографа и пробника. Эмиттерный повторитель пробника нагружен на коаксиальный кабель с волновым сопротивлением 50 Ом.

Коррекция частотной характеристики истокового повторителя в области высоких частот производится с помощью RC-це-

При измерениях в схеме питания ЭЛТ следует пользоваться высоковольтным пробником, так как в схеме имеются высокие напряжения (до 20 кВ). Следует помнить, что напряжение от источника +20 кВ сохраняется и после выключения прибора в течение 5—10 минут.

Запрещается вставлять и вынимать вилку сетевого кабеля в сеть при включенном тумблере «СЕТЬ».

Ремонт, настройку, измерение параметров блока питания И22.087.442, преобразователя высоковольтного И23.211.041, схемы ЭЛТ могут производить лица, имеющие специальный допуск к работам с напряжением выше 1000 В.

Внутренние элементы прибора: выпрямитель И23.215.199, преобразователь И23.211.041 панель и анод ЭЛТ обозначены

символами «» согласно ГОСТ 12.4.026-76, предупреждающими об опасности.

Изоляция токонесущих проводов с напряжением 500 В и более или их цветная маркировка должна быть красного или оранжевого цвета.

В приборе имеются следующие особо опасные элементы, находящиеся под высоким напряжением, прикосновение к которым в работающем приборе категорически запрещено:

выводы 1, 2 разъёма X1, предохранитель F1, дроссели L1, L2, конденсаторы C1, C2, выводы и корпуса конденсаторов C3...C6, выводы конденсатора C7, резисторы R1...R4, R7, R8, выводы тумблеров S1, S2, выводы дросселя L3, выводы 1—4 трансформатора T1, выводы 1—4, 11, 12, 15, 16 трансформатора T2, корпуса и выводы транзисторов V1, V2, V9, стабилитронов V10...V13, которые расположены в блоке питания И22.087.442 и находящиеся под потенциалом сети;

резисторы R17...R20, R23...R28, стабилитроны V32, V33, предохранитель F1, диоды V7, V8, V21, V24...V31, конденсаторы C10...C13, C15...C18, дроссели L2, L3, выводы 4—7 трансформатора T4, которые расположены в преобразователе И23.215.163 и находящиеся под потенциалом сети;

выводы 7—12, 14—23 платы преобразователя И23.215.163, находящиеся под потенциалом сети;

выводы 6, 7, 10, 11 трансформатора T1 (И23.211.041 Э3), находящиеся под потенциалом 2,5 кВ;

корпус и выводы резистора R1 (И23.211.041 Э3), находящиеся под потенциалом 2,5 кВ;

выводы 1, 4 выпрямителя И23.215.165-01, вывод 1 выпрямителя И23.215.168, находящиеся под потенциалом 2,5 кВ;

вывод выпрямителя И23.215.168, имеющий потенциал 20 кВ;

Перед установкой прибора на рабочее место необходимо проверить комплектность его в соответствии с формуляром и произвести расконсервацию. При этом следует снять защитную смазку и протереть прибор чистой сухой салфеткой. С вилок, розеток, разъемов, шнура питания и кабелей снять промасленную бумагу.

С целью обеспечения нормальной работы прибора в течение всего периода эксплуатации производится техническое обслуживание прибора. Периодичность профилактических работ, определяемая условиями эксплуатации прибора, приводится в разделе 12 настоящего описания.

При перевозках прибора на небольшие расстояния в пределах предприятия и вне его производится повторная его упаковка. Перед упаковкой проверяется комплектность в соответствии с формуляром, прибор и ЗИП протираются от пыли и заворачиваются во влагоустойчивую бумагу. После этого прибор упаковывается в укладочный ящик.

7. УКАЗАНИЕ МЕР БЕЗОПАСНОСТИ

По способу защиты от поражения электрическим током прибор относится к классу защиты 01 по ГОСТ 12.2.007-0-75, а при поставке на экспорт класс защиты I по ГОСТ 26104-84.

Для работы с прибором и его обслуживанием допускаются лица, ознакомившиеся с техническим описанием и инструкцией по эксплуатации прибора, а также прошедшие инструктаж по технике безопасности.

При подготовке прибора к работе необходимо соединить зажим защитного заземления « \oplus », расположенный на задней стенке, с шиной защитного заземления, который отсоединяется последним, после окончания работы с прибором.

Подготовка к работе прибора в помещениях с различной степенью опасности такая же, как в помещениях с нормальными условиями эксплуатации.

В приборе имеются напряжения, опасные для жизни, поэтому категорически запрещается работа с прибором при снятых защитных крышках.

При питании прибора от сети и включении тумблера «СЕТЬ» на передней панели загорается индикаторная лампа.

Все перепайки следует делать только при выключенном тумблере «СЕТЬ», а при перепайках в схеме блока питания и на лицевой панели прибора необходимо вынимать из сети вилку шнура питания в виду опасности поражения напряжением сети.

почек: R2, C1, C3 и C7 и R9, C8*, а в качестве развязок по цепям питания использованы конденсаторы C2, C5, C6, C9.

Компенсация постоянной составляющей исследуемого сигнала осуществляется переменным резистором R, а корректировка нуля на выходе пробника производится с помощью переменного резистора R4.

Питание пробника осуществляется от блока питания А15 (И22.044.090 Э3) осциллографа через соединительный разъем X4 или X5 (И22.044.090 Э3).

С помощью набора элементов И23.080.005 Э3, И23.080.006 Э3, И23.080.007 Э3, входящих соответственно в делители И25.408.017-01, И25.408.017-02, И25.408.017-03 расширяются функциональные возможности пробника, в частности расширяется динамический диапазон входного сигнала (максимальная амплитуда напряжения исследуемого сигнала увеличивается до 24 В). Элемент И23.080.003 Э3, входящий в делитель И25.408.017, выполняет функцию закрытого входа для подавления постоянной составляющей сигнала.

Элементы представляют собой частотно-скомпенсированные Г-образные резистивные ячейки, выполненные методом напыления по толстопленочной технологии.

4.3. Конструкция прибора

Прибор выполнен в малогабаритном горизонтальном корпусе настольно-переносного типа. Основу каркаса корпуса составляют две литые несущие рамы (передняя и задняя), соединенные между собой двумя боковыми стяжками. Спереди и сзади к рамам каркаса крепятся соответствующие панели. Сверху и снизу каркас корпуса прибора закрывается двумя легко-съемными П-образными крышками, которые крепятся к боковым стяжкам специальными винтовыми замками. К нижней крышке корпуса прикреплены 4 опорных амортизатора для установки прибора в горизонтальном положении. Для установки прибора в вертикальное положение служат 4 ножки, расположенные на задней панели.

Для переноса прибора используется специальная П-образная ручка, закрепленная на боковых стяжках. При эксплуатации прибор можно устанавливать в желаемое наклонное положение, удобное оператору, с помощью ручки переноса, которая используется в этом случае в качестве фиксированной опоры. При установке прибора в наклонное положение необходимо ручку переноса повернуть на определенный угол.

Для этого нужно одновременно с двух сторон нажать по направлению к каркасу на фиксаторы ручки, повернуть её в

требуемое положение и отпустить, зафиксировав тем самым ручку в новом положении.

Конструкция прибора представляет собой базовый блок и ряд сочленяющихся с ним функциональных узлов и блоков. Основные органы управления, коммутации и подсоединения выведены на переднюю панель прибора, сгруппированы по выполняемым функциям и снабжены соответствующими надписями или символами (см. приложение 1, рис. 1).

ЭЛТ расположена в левой верхней части прибора и заключена в экран из пермаллоя. В экране также находятся отклоняющие катушки и хомут для крепления ЭЛТ в её хвостовой части. Спереди ЭЛТ крепится с помощью специального каркаса, в котором установлена система подсвета шкалы.

Блок питания прибора (A15) выполнен в виде отдельного и легкоъемного блока, электрическая связь которого осуществлена с прибором с помощью разъема. Блок питания расположен сзади прибора и крепится к раме корпуса винтами, проходящими через ножки прибора. Схемы расположения печатных узлов, основных установочных и навесных элементов блока питания приведены в приложении 1, рис. 9÷11.

Блок высоковольтного преобразователя напряжения (A13) размещен в нижней части прибора (приложение 1, рис. 12). Питание высоковольтного преобразователя производится от базового блока через разъемный соединитель. Вывод напряжения питания послеускоряющего электрода ЭЛТ осуществляется при помощи специального высоковольтного соединителя.

Расположение остальных узлов, установочных и навесных элементов приведено в приложении 1, рис. 3÷8. Предварительный Y—усилитель (A5) размещен в нижней передней части прибора под ЭЛТ. Он крепится к поперечному кронштейну и к отгибам средней стенки. Выходной Y—усилитель (A11) расположен слева от ЭЛТ в задней части прибора на кронштейне. Нагрузка выходного Y—усилителя (A16, A17, A18) и элементы её согласования установлены на этом же кронштейне с правой стороны (приложение 1, рис. 8).

Печатные платы генератора развертки (A20), коммутатора развертки (A21) и усилителя синхронизации (A12) расположены справа от ЭЛТ на продольной стенке прибора. На левой стороне её расположена линия задержки (E1), представляющая собой отрезок двухпроводного кабеля, свернутого в бухту.

Усилитель X (A23) расположен над экраном ЭЛТ в задней части прибора. Плата фильтров питающих напряжений (A14) находится в правой части средней поперечной стенки. На задней стенке установлены усилитель Z (A6), узел управления (A25), блок высокопотенциальных резисторов регулировки ре-

жима ЭЛТ (приложение 1, рис. 7), высоковольтный выпрямитель (A10), кронштейн с разъемом внешнего входа усилителя Z (X14).

На задней панели прибора установлены разъем для подключения сетевого шнура, держатель предохранителя, тумблер переключения напряжения сети, зажим защитного заземления, там же расположен разъем внешнего входа Z (« \ominus Z»).

Для фиксации рычага тумблера коммутации сетевого напряжения установлена скоба-фиксатор.

Входящий в состав комплекта осциллографа активный пробник конструктивно представляет собой выносной щуп цилиндрической формы, оканчивающийся коаксиальным кабелем с выходным разъемом. В корпусе щупа помещена печатная микросхема, оканчивающаяся со стороны входа штырем, который с конической частью корпуса платы образует коаксиал с волновым сопротивлением 50 Ом. Наружный проводник коаксиала соединен с корпусом пробника с помощью пружинных контактов, расположенных на боковых сторонах печатной платы.

Электрическая схема пробника реализована на подложке из керамики 22ХС по гибридно-пленочной технологии. Все резисторы изготовлены на резистивной пасте с удельным поверхностным сопротивлением пленки 20 кОм/□.

5. МАРКИРОВАНИЕ, ПЛОМБИРОВАНИЕ И УПАКОВКА

5.1. Прибор со всеми принадлежностями упаковывается в укладочный ящик в соответствии со схемой укладки.

5.2. Все снятые или придаваемые к прибору части и сам прибор должны быть опломбированы ОТК завода-изготовителя.

5.3. Укладочный ящик должен иметь маркировку, указывающую тип прибора, заводской номер.

Укладочный ящик с упакованным прибором должен быть опломбирован ОТК завода-изготовителя.

6. ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

При большой разности температур в складских и рабочих помещениях приборы перед эксплуатацией должны выдерживаться не менее 2 ч в нормальных условиях в упаковке. После длительного хранения в условиях повышенной влажности приборы перед включением выдерживаются в нормальных условиях в течение 12 ч.

Измерение временного сдвига двух сигналов.

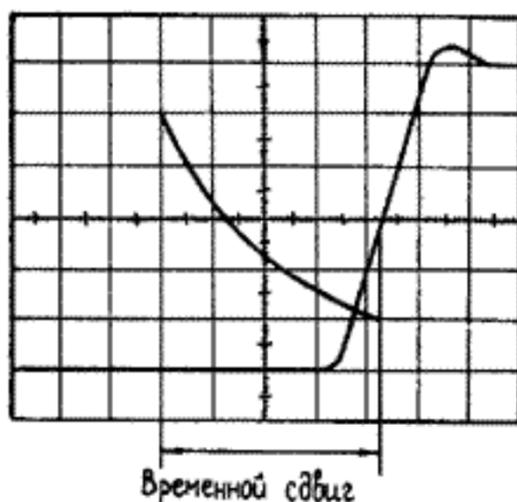


Рис. 6.

Для определения фактической величины временного сдвига необходимо умножить измеренное расстояние на величину установленного коэффициента развертки.

Пример. Расстояние между точками на заданном уровне (0,5) изображений сигналов равно 4,2 дел., коэффициент развертки — 50 мкс/дел.

Временной сдвиг равен

$$4,2 \text{ дел} \times 50 \text{ мкс/дел} = 210 \text{ мкс}$$

Измерение разности фаз двух гармонических сигналов одной частоты можно осуществить при использовании двухканального режима работы осциллографа.

Для определения фазового сдвига между двумя сигналами необходимо выполнить подготовительные операции предыдущего измерения (временного сдвига). Затем при помощи ручек « \downarrow » каналов I и II установить изображения исследуемых сигналов симметрично относительно горизонтальной осевой линии;

переключателем «ВРЕМЯ/ДЕЛ» установить такой коэффициент развертки, при котором на экране просматривается один период опорного сигнала, ручкой «ПЛАВНО» установить период изображения опорного сигнала равным точно 9 делениям шкалы (рис. 7), тогда цена деления или фазовый коэффициент соответствует 40°/дел.

$$(Kf = \frac{360}{9} = 40);$$

измерить по горизонтальной шкале расстояние между одноименными точками на изображениях сигналов (в делениях).

« \square 1 кГц, — — — —» — в положение « \square 1 кГц»;

«0,6V; 0,06V» — в положение «0,06V»

Остальные органы управления могут находиться в произвольном положении.

С помощью коаксиального кабеля соедините вход « \ominus » 50Ω 10V_{max} каналов с выходным разъемом « \ominus » калибратора амплитуды и длительности.

Подключите к разьему прибора «СЕТЬ» шнур питания и включите его в розетку питающей сети, при этом втулку сетевого шнура крепить винтом и шайбой к задней стенке прибора.

9. ПОРЯДОК РАБОТЫ

9.1. Подготовка к проведению измерений

Включите тумблер «СЕТЬ», при этом на лицевой панели прибора должна загореться сигнальная лампочка. После самопрогрева прибора в течение 15 минут проведите предварительную его регулировку и проверку работоспособности.

Установите ручкой « \odot » яркость линии развертки удобную для наблюдения. Во избежание прожога люминофора экрана не рекомендуется устанавливать чрезмерно большую яркость изображения на экране ЭЛТ.

При регулировке яркости возможно нарушение фокусировки луча. Ручкой « \odot » установите одинаковую четкость фокусировки по всей длине линии развертки. В случае, если оптимальность фокусировки луча по вертикальной и горизонтальной осям достигается при различных положениях ручки « \odot », то требуется произвести регулировку астигматизма.

Для этого с помощью подстроечной регулировки « \odot » необходимо добиться одинаково хорошей фокусировки по обеим осям в одном и том же положении ручки « \odot ». Использование кнопки «ПОИСК ЛУЧА» требуется в случае, если изображение находится за пределами видимой части экрана ЭЛТ. Для того, чтобы вернуть его в пределы рабочей части необходимо проделать следующие операции:

нажать кнопку «ПОИСК ЛУЧА», при этом изображение появляется в пределах рабочей части экрана;

при помощи ручек перемещения луча по вертикали « \updownarrow » и по горизонтали « \leftrightarrow » найти пределы перемещения луча и установить изображение симметрично относительно этих пределов;

отпустить кнопку, изображение должно остаться в рабочей части экрана ЭЛТ.

При подключении к согласованным входам « \ominus 50 Ω 10 V_{max}» обоих Y-каналов источников различных сигналов необходимо помнить, что максимально допустимая величина переменной и постоянной составляющих напряжения на закрытом входе прибора не должна превышать 20 В, при этом амплитуда переменной составляющей не должна превышать 8 В. Максимально допустимое входное напряжение на открытом входе прибора не должно превышать 8 В. Подача напряжений, превышающих эти величины, недопустима.

Способ подачи исследуемого сигнала на вход тракта вертикального отклонения зависит от параметров сигнала. Использование выносного делителя напряжения 1:10 (И22.727.082) возможно тогда, когда амплитуда исследуемого сигнала составляет не менее 100 мВ, а сама цепь сигнала обладает достаточной нагрузочной способностью, т. к. входное активное сопротивление делителя сравнительно мало (500 Ом). В иных случаях необходимо пользоваться активным пробником (И22.746.033) с делительными насадками, входное сопротивление которого равно 100 кОм.

Для использования пробника необходимо с помощью ручек перемещения по вертикали « \updownarrow » установить луч в центре экрана при положении « \perp » переключателей входов. После подключения пробника (разъемы питания пробников выведены на заднюю панель прибора), необходимо его сбалансировать. Для этого установить переключатель V/ДЕЛ. в положение 0,01, переключатель входа перевести в положение « \approx », а ручками «Компенсация постоянной составляющей» добиться минимального перемещения луча при замыкании-размыкании входа пробника на клемму \oplus . С помощью подстроечной регулировки «УСТ. 0» вернуть луч в центр экрана.

Для калибровки осциллографа с пробником (И22.746.033) необходимо подать на вход пробника сигнал калибратора при

измерить по шкале ЭЛТ интервал между точками на уровнях 0,1 и 0,9 изображения исследуемого импульса в делениях.

Фактическая величина времени нарастания определяется как произведение величин установленного коэффициента развертки и измеренного интервала между точками на уровнях 0,1 и 0,9.

Пример. Пусть расстояние по горизонтали между точками на уровнях 0,1 и 0,9 равно 3,7 дел, а коэффициент развертки равен 5 нс/дел. Время нарастания фронта равно:

$$3,7 \text{ дел} \times 5 \text{ нс/дел} = 18,5 \text{ нс}$$

Измерение временного сдвига (задержки) между двумя сигналами производится в двухканальном режиме работы осциллографа. В этом случае необходимо выполнить следующие операции:

установить переключатель «РЕЖИМ РАБОТЫ» в положение « \rightarrow » либо в положение «...» в зависимости от частотного спектра исследуемых сигналов, переключатель источников внутренней синхронизации — в положение «I», переключатели входов обоих каналов тракта вертикального отклонения — в положение « \approx »;

подать опорный сигнал на вход « \ominus 50 Ω 10V_{max}» канала I, а исследуемый на аналогичный вход канала II;

ручкой «УРОВЕНЬ» установить устойчивое изображение обоих сигналов;

переключателем «ВРЕМЯ/ДЕЛ» установить такой коэффициент развертки, при котором временной сдвиг на изображении сигналов составлял не менее 3 дел горизонтальной шкалы, при этом ручка «ПЛАВНО» должна находиться в крайнем правом фиксированном положении;

с помощью ручек « \updownarrow » каналов I и II установить изображение обоих сигналов так, чтобы точки (уровни) на сигналах, между которыми измеряется временной сдвиг, находились на горизонтальной осевой линии шкалы;

ручкой « \leftrightarrow » сместить изображения сигналов до совпадения контрольной точки на опорном сигнале с одной из вертикальных линий шкалы;

измерить по шкале ЭЛТ расстояние между точками заданных уровней на изображениях сигналов в делениях (рис. 6).

Для удобства измерений на шкале ЭЛТ в виде точек нанесены уровни 0,1 и 0,9 от полного (номинального) размера шкалы. Поэтому при достаточной амплитуде импульса измерения времени нарастания желательнее проводить при номинальном размере изображения импульса.

Для проведения измерений необходимо выполнить следующие операции:

установить переключатель «РЕЖИМ РАБОТЫ» в положение «I», переключатель режима запуска развертки — в положение «АВТ.», главный переключатель источников синхронизации — в положение «ВНУТР.», переключатели источников внутренней синхронизации — в положение «I», а переключатель входа канала I — в положение « ∞ »;

подать на вход « \ominus 50 Ω 10Vmax» канала I исследуемые импульсы;

с помощью переключателя «V/ДЕЛ.» канала I и регулировкой уровня сигнала на входе осциллографа установить размер изображения импульса равным 8 дел;

ручкой «УРОВЕНЬ» засинхронизировать развертку до получения устойчивого изображения импульса;

переключателем «ВРЕМЯ/ДЕЛ.» установить минимальный коэффициент развертки, при котором размер изображения измеряемого интервала был бы не менее 3 дел шкалы по горизонтали, ручка «ПЛАВНО» при этом должна находиться в крайнем правом положении;

при помощи ручки « \leftarrow » сместить изображение исследуемого сигнала до совпадения точки с уровнем 0,1 с одной из вертикальных линий шкалы ЭЛТ в левой части экрана (рис. 5);

Измерение времени нарастания.

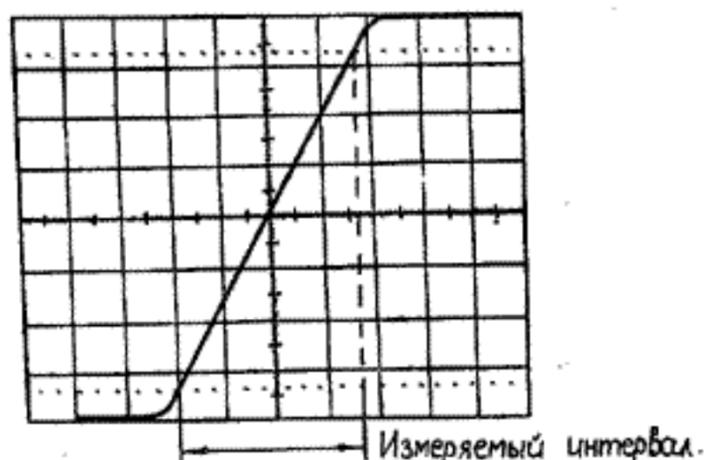


Рис. 5.

нажатой кнопке «0,06 V 50 Ω » переключателя выхода и кнопка « \int 1 kHz» переключателя режима работы калибратора.

При помощи подстроечной регулировки « \blacktriangledown » установить размер изображения импульсов равным 2,4 дел.

При измерении сигналов, у которых постоянная составляющая сигнала намного превышает переменную, необходимо пользоваться делителем И25.408.017, представляющим собой емкостной переход.

Следует помнить, что нижний предел частотной характеристики при использовании делителя И25.408.017 равен 7,5 кГц, а максимально допустимая величина амплитуды исследуемого сигнала не должна превышать 60 В, при этом амплитуда переменной составляющей не должна превышать 0,6 В.

Для удобства работы с активным пробником И22.746.036 при исследовании сигналов в различных узлах РЭА рекомендуется пользоваться насадками, входящими в комплект осциллографа.

Так, для исследования сигналов непосредственно на выводах микросхем рекомендуется применять насадки И28.652.027 и И28.652.028, предохраняющие случайное замыкание на корпус пробника выводов ЭРЭ.

Насадка И26.451.021 предназначена для удобства измерений в узлах с навесным монтажом и предусматривает возможность закрепления ее за выводы ЭРЭ.

Насадку И26.451.020 рекомендуется использовать для исследования высокочастотных сигналов на токоведущих дорожках печатных плат.

Примечание.

Коэффициент передачи пробника И22.746.033 равен 0,2; с делителем 1:4—0,05; с делителем 1:20—0,01; с делителем 1:40—0,005. При измерении входного сопротивления пробника щупы вольтметра необходимо подсоединять так, чтобы « \leftarrow » вольтметра был соединен с центральной жилой пробника, а «+» с корпусом, при этом измерительное напряжение не должно превышать 5 В.

Переключателем входа « \sim , \perp , ∞ » выбирается требуемый вид связи тракта вертикального отклонения с источником исследуемого сигнала. В положении « ∞ » связь с источником исследуемого сигнала осуществляется по постоянному току. Этот режим может быть использован если постоянная составляющая сигнала соизмерима с величиной переменной составляющей. Если же постоянная составляющая сигнала намного превышает переменную, то целесообразно выбирать связь с источником сигнала по переменному току « \sim ».

Следует помнить, что нижний предел частотной характеристики при использовании связи по переменному току равен

7,5 кГц. В положении «L» вход усилителя отключается от исследуемого сигнала и заземляется. В этом режиме контролируется положение линии развертки на экране, которое учитывается при измерениях.

Для проверки калибровки коэффициентов отклонения тракта вертикального отклонения луча установите переключатели входов обоих каналов в положение «∞», а переключатель вида связи синхронизации в положение «~». С помощью коаксиального кабеля соедините вход «50Ω10Vmax» I или II

канала с выходным разъемом «⊕» калибратора амплитуды и длительности. При этом на экране должно наблюдаться изображение сигнала калибратора, вертикальный размер которого должен составлять 6 делений по шкале ЭЛТ в положении переключателя «V/ДЕЛ.» — «0,01». Если размер изображения не равен 6 делениям, то необходимо произвести калибровку усилителя включенного канала при помощи подстроечной регулировки «▼».

Установив переключатели «РЕЖИМ РАБОТЫ» и «ВНУТР. СИНХР.» в положение «II», повторите предыдущие операции проверки и калибровки II канала.

Выбор режима работы тракта вертикального отклонения зависит от вида проводимых работ. Для работы прибора в одноканальном режиме можно использовать любой из каналов. При двухканальной работе используются оба канала, которые могут работать в режимах:

поочередном «→→», прерывистом «...» и алгебраического суммирования «I+II».

Целесообразность использования того или иного режима работы каналов определяется скоростями развертки, при которых осуществляется наблюдение сигнала. При больших скоростях развертки удобнее работать в поочередном режиме, а при малых — в прерывистом, так как поочередное переключение каналов на низких скоростях развертки становится видимым, что затрудняет наблюдение исследуемых сигналов.

При установке переключателя «РЕЖИМ РАБОТЫ» в положение «→→» на экране должны наблюдаться импульсы калибратора от обоих каналов, при этом необходимо проверить независимость действия ручек «↓» I и II каналов на перемещение изображений соответственно II и I каналов.

Аналогично проверяется работоспособность прибора в прерывистом «...» режиме.

Измерение временного интервала.

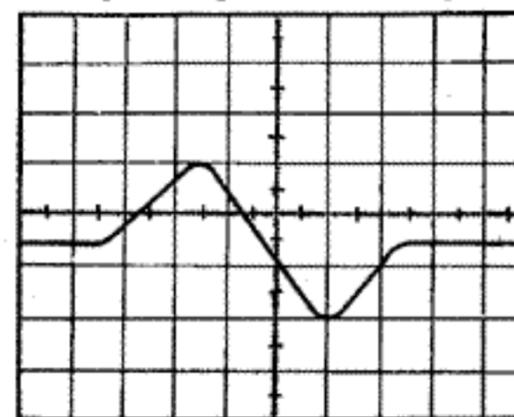


Рис. 4.

Измерить расстояние между точками по горизонтали.

Для получения фактической величины интервала времени необходимо величину установленного коэффициента развертки умножить на расстояние между точками по горизонтали.

Пример. Допустим, что расстояние между точками составляет 5 дел, а коэффициент развертки равен 0,1 мс/дел. Тогда измеряемый временной интервал равняется:

$$5 \text{ дел} \times 0,1 \text{ мс/дел} = 0,5 \text{ мс}$$

Измерение частоты периодических сигналов осуществляется аналогично как и измерение временных интервалов, с той лишь разницей, что измеряется длительность одного периода (T) исследуемого сигнала. Для этого необходимо измерить временной интервал между двумя одноименными точками изображения периодического сигнала. Частота периодического сигнала рассчитывается по формуле:

$$f = \frac{1}{T},$$

где f — частота сигнала, Гц;

T — длительность периода, с.

Пример. При измерении установлено, что длительность периода исследуемого сигнала равна 0,1 мс, тогда частота сигнала равна:

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{0,1 \cdot 10^{-3}} = 10 \cdot 10^3 \text{ Гц} = 10 \text{ кГц}$$

Измерение времени нарастания основано на том же методе измерения интервалов времени. Основная разница заключается в том, что измерения производятся между ближайшими точками на заданных уровнях амплитуды сигнала. Ниже приводится методика измерения времени нарастания импульса между уровнями 0,1 и 0,9.

Измерение уровня напряжения в заданной точке сигнала.

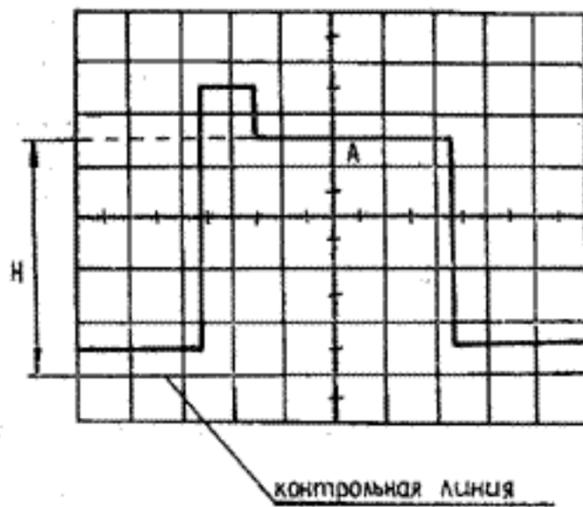


Рис. 3.

по шкале ЭЛТ измерить расстояние по вертикали между контрольной линией и точкой измеряемого уровня в делениях.

Фактическая величина уровня напряжения в точке измерения определяется как произведение величин коэффициента отклонения и расстояния по вертикали от контрольной линии до точки измерения.

Пример. Допустим, что измерение уровня производится в точке А, находящейся на вершине импульса. Поскольку изображение импульса находится выше контрольной линии, то измеряемый уровень имеет положительную полярность. Расстояние Н от контрольной линии до точки измерения равно 4,8 дел. Коэффициент отклонения луча равен 0,5 В/дел. В этом случае уровень сигнала в заданной точке будет равен

$$4,8 \text{ дел} \times 0,5 \text{ В/дел} = 2,4 \text{ В}$$

Для измерения временного интервала между двумя точками сигнала необходимо операциями, аналогичными описанным в предыдущих примерах измерения, получить на экране ЭЛТ устойчивое изображение сигнала. Затем ручкой «←» совместить точку начала измеряемого интервала с одной из вертикальных линий шкалы, а с помощью ручки «↑» канала 1 сместить изображение сигнала так, чтобы вторая из указанных точек находилась на горизонтальной осевой линии шкалы ЭЛТ (рис. 4).

Установкой переключателя «РЕЖИМ РАБОТЫ» в положение «I+II», а переключателей «V/ДЕЛ.» обоих каналов в положение «0,02», производится проверка режима алгебраического сложения. В этом случае на экране наблюдаются импульсы калибратора суммарной амплитуды. В этом же режиме можно компенсировать постоянную составляющую исследуемого сигнала, подавая сигнал на один канал, а постоянное компенсирующее напряжение — на другой.

Для проверки режима внутренней синхронизации развертки необходимо переключатель «РЕЖИМ РАБОТЫ» снова установить в исходное положение, ручкой «УРОВЕНЬ» добиться устойчивого изображения импульсов калибратора на экране ЭЛТ. При этом начало развертки должно совпадать с положительным перепадом импульса в положении «+» переключателя полярности синхронизации, а в положении «-» этого переключателя — с отрицательным перепадом.

Изображение должно оставаться устойчивым во всех положениях переключателя «∞, ~». Наличие режима синхронизации индицируется светодиодом. Аналогично производится проверка режима внешней синхронизации развертки. Для этого главный переключатель источников синхронизации необходимо установить в положение «1:1», а разъем «⊖ ВНЕШ.» входа внешнего синхронизирующего сигнала соединить при помощи тройника СР-50-95 ФВ с выходом «⊕» калибратора амплитуды и длительности. Убедиться, что при помощи ручки «УРОВЕНЬ» в этом режиме также обеспечивается устойчивое изображение импульсов калибратора.

Следует заметить, что для получения устойчивого изображения любого исследуемого процесса при внешней синхронизации развертки между исследуемым и синхронизирующим сигналами должна быть жесткая временная зависимость. В случае, если амплитуда внешнего синхронизирующего сигнала превышает 2 В, то установкой главного переключателя источников синхронизации в положение «1:10» этот сигнал ослабляется в 10 раз, что обеспечивает расширение динамического диапазона внешней синхронизации с помощью ручки «УРОВЕНЬ».

Синхронизация развертки внешним сигналом используется тогда, когда исследуемый сигнал слишком мал или содержит составляющие мешающие синхронизации, либо когда необходимо запустить развертку опережающим сигналом.

Режим синхронизации развертки от источника сетевого напряжения («СЕТЬ») используется в том случае, когда исследу-

емый сигнал изменяется с частотой, равной или кратной частоте питающей сети.

Выбор полосы синхронизации осуществляется переключателем вида связи с источником синхронизирующего сигнала при помощи которого обеспечивается полная передача или ослабление отдельных составляющих частотного диапазона сигналов синхронизации.

В положении « \approx » этого переключателя связь с источником синхронизации осуществляется по постоянному току и в этом случае синхронизация развертки обеспечивается в диапазоне частот от 20 Гц до 500 МГц.

В положении « \sim » связь с источником синхронизирующего сигнала осуществляется по переменному току с дополнительным ослаблением низких частот диапазона синхронизации, в результате развертка синхронизируется сигналами с частотами от 50 кГц до 500 МГц. Работа в этом режиме может быть рекомендована для большинства практических случаев.

Переключателем полярности синхронизации «+», «-» устанавливается полярность сигнала, осуществляющего запуск развертки.

В положении «+» этого переключателя развертка запускается положительной частью синхронизирующего сигнала, а в положении «-» отрицательной его частью (для частот до 100 МГц и на поддиапазонах развертки до 50 нс).

Получение устойчивого изображения на экране ЭЛТ достигается при правильном выборе уровня синхронизации, осуществляемом с помощью ручки «УРОВЕНЬ».

Последовательность рабочих операций, проводимых при установлении и проверке режима синхронизации развертки должна быть такова:

выбор требуемого источника синхронизации;

установка соответствующего вида связи с источником синхронизирующего сигнала;

выбор полярности синхронизации;

установка уровня синхронизации.

Выбор режима работы канала горизонтального отклонения определяется характером проводимых измерений и производится переключателем входа X. При определении временной зависимости исследуемого процесса используется режим внутренней горизонтальной развертки луча, который применяется в большинстве практических случаев работы с прибором. Этому режиму соответствует положение «ОТКЛ.» переключателя входа X.

В тех случаях, когда требуется представить временную взаимосвязь исследуемого процесса с другими независимыми

ние «I», переключатель входа канала I в положение « \perp », переключатель режима запуска развертки в положение «АВТ.».

С помощью ручки « \downarrow » совместить линию развертки с условно выбранной контрольной линией шкалы. За контрольную принимается нижняя горизонтальная линия шкалы ЭЛТ для положительных напряжений, и соответственно верхняя — для отрицательных напряжений.

Подать на вход « \ominus 50 Ω 10Vmax» канала I измеряемое напряжение и перевести переключатель входа канала I в положение « \approx ».

После выполнения указанных операций линия развертки при соответствующем значении коэффициента отклонения сместится по вертикали относительно контрольной линии на расстояние N-делений, которое отсчитывается по вертикальной шкале ЭЛТ. Фактическая величина постоянного напряжения определяется как произведение коэффициента отклонения на расстояние в делениях от контрольной линии до установившегося положения линии развертки. Для измерения уровня напряжения в заданной точке сигнала (мгновенного значения) необходимо выполнить операции в следующем порядке:

установить переключатель «РЕЖИМ РАБОТЫ» в положение «I», переключатель режима запуска развертки — в положение «АВТ.», главный переключатель источников синхронизации — в положение «ВНУТР.», переключатель источников внутренней синхронизации — в положение «I», переключатель входа канала I — в положение « \perp »;

ручкой « \downarrow » совместить линию развертки с контрольной линией шкалы, выбранной аналогично как в предыдущем примере. Подать на вход « \ominus 50 Ω 10Vmax» канала I измеряемое напряжение, а переключатель входа канала I перевести в положение « \approx »;

ручкой «УРОВЕНЬ» получить устойчивое изображение исследуемого сигнала, переключатели «V/ДЕЛ» и «ВРЕМЯ/ДЕЛ» переведите в такие положения, чтобы размеры изображения сигнала по вертикали и по горизонтали были удобными для наблюдения и измерения;

с помощью ручки « \leftarrow » сместить изображение сигнала так, чтобы точка с измеряемым уровнем совпала с вертикальной осевой линией шкалы ЭЛТ (рис. 3);

ручкой «УРОВЕНЬ» получить устойчивое изображение исследуемого сигнала;

переключатель «ВРЕМЯ/ДЕЛ» установить в такое положение, чтобы на экране ЭЛТ наблюдалось несколько периодов исследуемого сигнала. Для проведения измерений необходимо:

с помощью ручки «↑» сместить изображение сигнала по вертикали так, чтобы минимальный уровень изображения совпал с одной из нижних горизонтальных линий шкалы ЭЛТ, а максимальный находился в пределах рабочей части экрана, а с помощью ручки «←» сместить изображение сигнала таким образом, чтобы одна из максимальных точек изображения находилась на вертикальной осевой линии шкалы ЭЛТ (рис. 2);

измерить по шкале ЭЛТ вертикальный размер изображения сигнала в делениях.

Для получения фактической величины размаха сигнала необходимо перемножить величину коэффициента отклонения, при котором произведено измерение, на вертикальный размер.

Пример. Предположим, что вертикальный размер H равен 5,5 дел. Коэффициент отклонения составляет 50 мВ/дел (переключатель «V/ДЕЛ» находится в положении «0,05»). Используется выносной делитель 1:10.

Измерение размаха переменного напряжения.

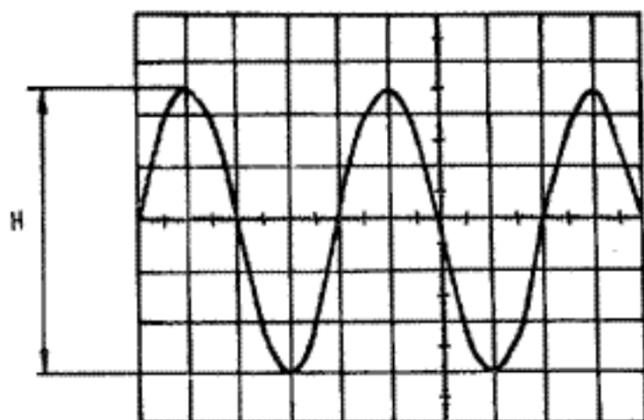


Рис. 2.

В этом случае размах сигнала будет равен:

$$5,5 \text{ дел} \times 0,05 \text{ В/дел} \times 10 = 2,75 \text{ В}$$

Для измерения постоянного напряжения необходимо выполнить следующие операции:

установить переключатель «РЕЖИМ РАБОТЫ» в положе-

«сигналами, используется режим внешней горизонтальной развертки. В этом режиме развертка луча по горизонтали создается сигналом поданным на разъем входа «⊖ X», при этом переключатель входа X должен находиться в положении «ВКЛ.».

Проверка работы канала горизонтального отклонения в режиме внешней развертки производится следующим образом.

Установите переключатель входа X в положение «ВКЛ.», а переключатели входов обоих каналов тракта вертикального отклонения луча — в положение «⊥». Отключив от разъема «⊖ ВНЕШ.» входа внешней синхронизации соединительный кабель и присоединив его ко входу «⊖ X», проверить наличие на экране ЭЛТ линии длиной около 3 делений. Ручкой «←» перемещения луча по горизонтали установите ее по центру экрана. Затем снова установите переключатель входа канала I в положение «≈» и проверьте наличие на экране ЭЛТ линии развертки, наклоненной к горизонтальной оси экрана.

В режиме внутренней горизонтальной развертки (положение «ОТКЛ.») временная развертка луча создается сигналом внутреннего источника (генератора) в зависимости от режима запуска развертки. Выбор режима запуска осуществляется специальным переключателем режима работы генератора развертки.

В положении «АВТ.» этого переключателя линия развертки на экране ЭЛТ обеспечивается независимо от наличия входного синхронизирующего сигнала. Если в этом режиме подать синхронизирующий сигнал, то генератор развертки переключится из автоматического в ждущий режим работы. В этом случае, режим синхронизации (запуска) развертки достигается при помощи ручки «УРОВЕНЬ» также, как было указано выше. Наличие синхронизации индицируется светодиодом, расположенным на передней панели прибора. Этот режим работы генератора развертки рекомендуется использовать при частотах синхронизирующего сигнала не ниже 100 Гц, так как при меньших частотах синхронизация развертки будет неустойчивой.

При установке переключателя в положение «ЖДУЩ.» и наличии синхронизирующего сигнала генератор развертки работает также как и в автоматическом режиме запуска и аналогичной индикацией синхронизации светодиодом (для частот

свыше 200 МГц возможно отсутствие свечения светодиода). Если синхронизирующий сигнал отключен, то развертка не запускается и линия на экране ЭЛТ отсутствует. Ждуший режим используется при исследовании сигналов с частотами 20 Гц и выше, а также тогда, когда линия развертки на экране в отсутствие синхронизации не требуется. Однократный режим запуска генератора развертки в положение «ОДНОКР.» обеспечивается, когда на вход генератора поступает синхронизирующий сигнал и сам генератор подготовлен к запуску. В этом случае поступающий синхримипульс однократно запускает генератор, который после завершения полного цикла развертки блокируется. Восстановление (разблокировка) генератора развертки при однократном режиме запуска осуществляется принудительно с помощью кнопки «ГОТОВ», а готовность его к очередному запуску индицируется сигнальным светодиодом, расположенным рядом с кнопкой «ГОТОВ».

Проверку однократного режима запуска развертки производят следующим образом.

Установите переключатель режима работы генератора развертки в положение «ОДНОКР.» и переключатели входов обоих каналов тракта вертикального отклонения и главный переключатель источников синхронизации в исходные положения. При этом линия развертки должна отсутствовать и светодиод готовности однократного запуска должен быть погашенным. При нажатии кнопки «ГОТОВ» светодиод должен загореться, а запуск развертки по прежнему должен отсутствовать. Установкой переключателя входов канала I в положение « \approx » убедиться по наличию следа луча на экране о запуске развертки, после завершения которой светодиод должен погаснуть. Для повторного запуска развертки необходимо снова повторить предыдущие операции. Режим однократного запуска используется при исследовании непериодических, редко повторяющихся сигналов с изменяющейся амплитудой или формой сигнала.

Проверка калиброванного значения коэффициента развертки производится при помощи калибратора амплитуды и длительности. Для этого переключатель режима работы генератора развертки необходимо установить в положение «АВТ.», а переключатель вида связи синхронизации в положение « \sim » и с помощью ручки «УРОВЕНЬ» добиться устойчивого изображения сигнала калибратора. Ручкой « \leftarrow » совместите фронт импульса на начальном участке развертки с первой вертикальной линией шкалы экрана. Отсчитав десять периодов сигнала калибратора,

проверить совпадение фронта десятого импульса с последней вертикальной линией шкалы на экране ЭЛТ. В случае несовпадения его необходимо произвести калибровку усиления канала горизонтального отклонения с помощью подстроечной регулировки « ∇X ». Выбор коэффициента развертки производится переключателем «ВРЕМЯ/ДЕЛ.». Помимо ступенчатого изменения коэффициента развертки имеется возможность в пределах каждого фиксированного значения производить плавное изменение его с помощью ручки «ПЛАВНО». Коэффициенты развертки калиброваны при нахождении ручки «ПЛАВНО» в крайнем правом положении. При использовании калиброванной развертки, а также в случае, когда развертка создается внешним сигналом, для измерения временных интервалов применяется яркостная модуляция. Модулирующий сигнал подается на разъем « $\ominus Z$ » внешнего входа Z — усилителя, расположенный на задней панели прибора. Для обеспечения заметной яркостной модуляции при среднем уровне яркости амплитуда сигнала должна составлять около 4 В.

9.2. Проведение измерений

При проведении измерений с помощью осциллографа используется метод отсчета по калиброванной шкале ЭЛТ. Примененная в приборе электронно-лучевая трубка с беспараллаксной шкалой позволяет проводить измерения с погрешностью, обеспечивающей класс прибора. Ниже приводятся типичные примеры различных измерений, которые могут быть выполнены с помощью прибора.

Для измерения переменного напряжения необходимо выполнить следующие операции:

установить переключатель «РЕЖИМ РАБОТЫ» в положение «I», переключатель режима запуска развертки — в положение «АВТ.», главный переключатель источников синхронизации — в положение «ВНУТР.», переключатель источников внутренней синхронизации — в положение «I», переключатель «V/ДЕЛ.» канала I — в такое положение, при котором вертикальный размер изображения измеряемого сигнала занимал бы не менее 4 дел.;

установить переключатель входов канала I в положение « \sim » (для НЧ сигналов с частотой ниже 7,5 кГц необходимо использовать положение « \approx »), а ручку плавного изменения коэффициента развертки в крайнее правое положение;

подать на вход « $\ominus 50\Omega 10V_{max}$ » канала I измеряемый сигнал;

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

температура окружающей среды $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$;
 относительная влажность воздуха $(30-80)\%$;
 атмосферное давление $(84-106)$ кПа $(630-795)$ мм. рт. ст.;
 напряжение питающей сети $(220 \pm 4,4)$ В, частотой $(50 \pm 0,5)$ Гц, $(220 \pm 4,4)$ В или $(115 \pm 2,3)$ В, частотой (400 ± 10) Гц.

Перед проведением поверки должны быть выполнены подготовительные работы, оговоренные в разделах 8 и 9.1 настоящего ТО.

12.3. Проведение поверки.

12.3.1. При внешнем осмотре необходимо установить соответствие комплектности поверяемого осциллографа данным табл. 1 (раздел 3) настоящего ТО, а также произвести проверку качества сборки и внешнего вида.

Поверяемый осциллограф не должен иметь механических повреждений лицевой панели, регулировочных и соединительных элементов, отсчетных шкал и устройств затрудняющих его поверку. Органы управления и регулирования должны действовать надежно и обеспечивать четкость фиксации при совпадении указателя позиции с соответствующими надписями на панели прибора.

12.3.2. Опробование проводят в следующем порядке.

Проверяют работу осциллографа в автоколебательном режиме: наличие линии развертки на экране ЭЛТ, регулировку яркости и фокусировку луча, смещение луча в вертикальном и горизонтальном направлениях, предварительно установив положение «АВТ», переключателя режима запуска развертки, положение «ВНУТР.» переключателя режима синхронизации и положение «I» или «II» переключателя «РЕЖИМ РАБОТЫ». Затем проводят калибровку коэффициентов отклонения и развертки поверяемого осциллографа по сигналу от внутреннего калибратора, установив переключатель вида связи усилителя синхронизации в положение «~».

Предварительно производят проверку параметров выходного сигнала калибратора с помощью вольтметра В7-16А и частотомера ЧЗ-65.

Установив переключатель режима работы калибратора в положение « --- » и подключив к выходному разъему « ⊕ » с помощью перехода СР-50-95 ФВ вольтметр В7-16А и $50\ \Omega$ нагрузочное сопротивление, измерить величину выходного напряжения калибратора в положение «0,06 В» переключателя выхода, а затем вместо $50\ \Omega$ нагрузки подсоедините

Измерение разности фаз.

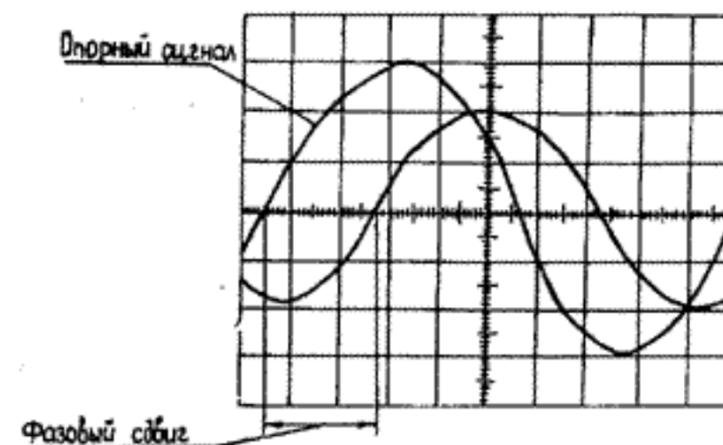


Рис. 7.

Разность фаз определяется как произведение измеренного интервала между одноименными точками сигнала и фазового коэффициента.

Пример. Расстояние между одноименными точками изображений двух сигналов составляет 1,8 дел., фазовый коэффициент $40^\circ/\text{дел}$.

Разность фаз будет равна

$$1,8 \text{ дел} \times 40^\circ/\text{дел} = 72^\circ.$$

Измерение разности фаз X—Y между двумя гармоническими сигналами может быть произведено с помощью фигур Лиссажу. Этот способ удобен при измерениях фазовых сдвигов низкочастотных сигналов (до 100 кГц). Измерение разности фаз производится во внешнем режиме работы канала горизонтального отклонения. В качестве развертывающего напряжения используется один из синусоидальных сигналов, а второй сигнал осуществляет вертикальное отклонение луча. Для измерения фазового отклонения между двумя синусоидальными сигналами необходимо выполнить следующие операции:

установить переключатель «РЕЖИМ РАБОТЫ» в положение «I», переключатель режима работы канала горизонтального отклонения — в положение «ВКЛ.», переключатель входа канала I — в положение « ⊕ »;

подать один из исследуемых сигналов на вход « ⊕ X»; измерить размер горизонтальной линии развертки по шкале ЭЛТ и отключить сигнал;

подать второй исследуемый сигнал на вход « ⊕ 50 Ω 10Vmax» канала I, одновременно переключателем «V/ДЕЛ»

канала I установить такой коэффициент отклонения, чтобы размер вертикальной линии был равен измеренной величине горизонтальной линии, при необходимости произвести точную подгонку размера вертикальной линии путем регулировки амплитуды сигнала на входе осциллографа;

снова подать сигнал на вход « \ominus X» и ручками « \updownarrow », « $\leftarrow\rightarrow$ » отцентрировать изображение полученной фигуры относительно вертикальной и горизонтальной осей шкалы ЭЛТ; измерить по шкале ЭЛТ размеры А и Б, показанные на рис. 8.

Измерение разности фаз X—У.

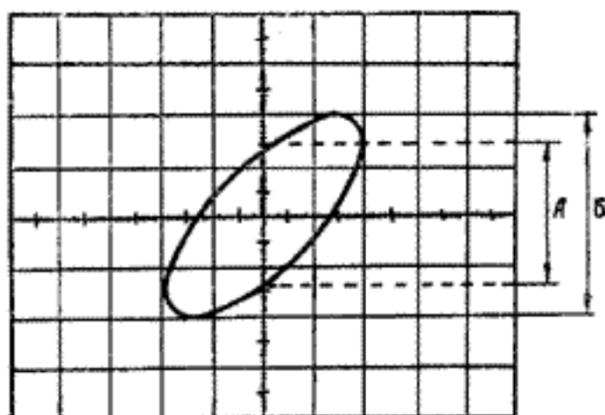


Рис. 8.

Значение разности φ в градусах между исследуемыми сигналами рассчитывается по формуле:

$$\varphi = \arcsin \frac{A}{B}$$

где А — расстояние между точками пересечения изображения фигуры (эллипса) с вертикальной осью шкалы, делений;

Б — максимальный размах (отклонение) изображения фигуры по вертикальной оси шкалы, делений.

По вычисленному отношению $\frac{A}{B}$ находится по тригонометрическим таблицам фазовый угол φ .

Пример. Предположим, что отношение расстояний А и Б (А=2,4 дел, Б=4 дел) изображения фигур исследуемых сигналов равно 0,6. Тогда в соответствии с формулой имеем:

$$\varphi = \arcsin 0,6$$

Основные технические характеристики рекомендуемых средств поверки приведены в табл. 5.

Таблица 5

Наименование средств	Тип КИА		Основные технические характеристики средств поверки	
	образцовой	вспомогательной	пределы измерения	погрешность
Вольтметр электронно-цифровой	В7-16А		($10^{-3} \cdot 0,1 - 1000$) В (0,001—10) МОм	$(0,2 + 0,02 \frac{U}{U_x}) \%$
Генератор сигналов		ГЗ-109	($20 - 2 \cdot 10^5$) Гц 15 В (0—60) дБ	$0,01f + 0,5$ Гц 4 %
Генератор стандартных сигналов		Г4-102А	(0,1—50) МГц ($0,1 \cdot 10^{-6} - 0,5$) В	1 % 1 дБ
Генератор сигналов высокочастотный		Г4-107	(12,5—400) МГц ($1 \cdot 10^{-6} - 1$) В	1 % 1 дБ
Генератор сигналов высокочастотный		Г4-76А	(0,4—1,2) ГГц ($10^{-3} - 10^{-15}$) Вт	1 % 1,5 дБ
Генератор импульсов		Г5-78 или Г5-59	($10^3 - 5 \cdot 10^8$) Гц ($1 - 5 \cdot 10^5$) нс	($0,1 \tau_n \pm 1$) нс
Генератор импульсов	Г5-75 или Г5-60		0,1 мкс—9,99 с 10 В/50 Ом	1 %
Генератор импульсов	И1-16 или TR-0306		$f_{и} = 500$ Гц $\tau_{\phi} \leq 0,15$ нс	± 30 %
Частотомер электронносчетный	ЧЗ-65 или ЧЗ-34		0,01 Гц—500 МГц	$1 \cdot 10^{-9}/t \cdot \text{с}^{\circ}$
Генератор испытательных импульсов		И1-15	$f_{и} = (0,1 - 10^6)$ Гц $\tau_{\phi} < 0,25$ нс 10 В	± 10 %
Калибратор осциллографов импульсный		И1-9	($30 \cdot 10^{-9} - 100$) В ($100 \cdot 10^{-9} - 10$) с	$10^{-4} T_k$
Генератор		ГЗ-112/1 или ГЗ-102 ФПИ-2	($10 - 10^7$) Гц $U_{вых} = 5$ В (0—70) дБ	4 %
Яркомер-свечемер		С1-99	(0—100) МГц	± 3 %
Осциллограф универсальный		ДРГ-05М или ДРГЗ-02	(0,002—5) В/дел (0,01—100) мкР/с	± 15 %

Таблица 4

Номера пунктов поверки прибора	Наименование операции	Допускаемые значения погрешностей или предельные значения параметров	Средства поверки
12.3.1	Внешний осмотр	—	В7-1, ЧЗ-65,
12.3.2	Опробование Определение погрешности частоты следования импульсов величины амплитуды и постоянных напряжений калибратора	$\pm 1\%$ 0,8 мм	Г5-75, Г5-78 или Г5-60, Г5-59 С1-104, ФПИ-2
12.3.3	Определение ширины линии луча	$\pm 4\%$	В7-16А, ГЗ-109
12.3.4	Определение предела погрешности коэффициентов отклонения в положении 0,01 В/дел, в остальных положениях	$\pm 3\%$	ГЗ-112 или ГЗ-102
12.3.5	Определение предела погрешности коэффициентов развертки от 1 нс/дел до 0,1 мкс/дел, от 0,2 мкс/дел до 50 мс/дел	$\pm 4\%$ $\pm 3\%$	И1-9, Г4-102А Г4-76А, Г4-107 ЧЗ-65 или ЧЗ-34
12.3.6	Определение времени нарастания переходной характеристики тракта вертикального отклонения	0,7—0,8 нс	И1-15 И1-16 или TR-0306
12.3.7	Определение неравномерности установившегося значения переходной характеристики тракта вертикального отклонения:		
	от 4 нс до 10 нс	$\pm 10\%$	И1-16 или
	от 10 нс до 100 нс	$\pm 3\%$	TR-0306
	после 100 нс	$\pm 2\%$	И1-15
12.3.8	Определение выброса переходной характеристики тракта вертикального отклонения	10 %	Г5-75 или Г5-60 И1-16 или TR-0306
12.3.9	Определение времени установления переходной характеристики тракта вертикального отклонения	4 нс	И1-15 И1-16 или TR-0306
12.3.10	Мощность экспозиционной дозы неиспользованного рентгеновского излучения	0,07 мкР/с	И1-15 ДРГ-05М или ДРГЗ-02

Примечания:

1. Все средства поверки должны быть аттестованы в соответствии с ГОСТ 8.513-84 органами или ведомствами метрологической службы и иметь свидетельства (отметки в формулярах или паспортах) о государственной или ведомственной поверке.

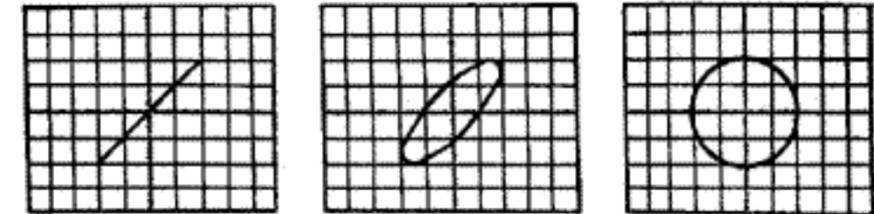
2. Допускается применять другие вновь разработанные или находящиеся в применении средства поверки, прошедшие метрологическую аттестацию в органах государственной или с их разрешения ведомственной метрологической службы, с погрешностью измерения, не превышающей 1/3 допускаемой погрешности определяемого параметра.

Из таблиц находим фазовый сдвиг двух сигналов

$$\varphi = 36^\circ 40'$$

На рис. 9 изображены некоторые фигуры Лиссажу, соответствующих сдвигу фаз в пределах от 0 до 360°.

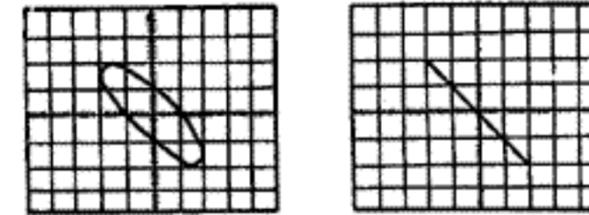
Фигуры Лиссажу.



а) 0° или 360°

б) 30° или 330°

в) 90° или 270°



г) 150° или 210°

д) 180°

Рис. 9.

Режим алгебраического сложения может быть использован для определения временной зависимости результирующего сигнала при одновременном воздействии двух взаимозависимых сигналов, а также для компенсации отдельных составляющих сложного сигнала.

10. ХАРАКТЕРНЫЕ НЕИСПРАВНОСТИ И МЕТОДЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ

В случае неисправности прибора в первую очередь отключите его от питающей сети. Убедитесь в исправности кабеля питания и предохранителя, расположенного на задней панели прибора.

Для осмотра и замены неисправных элементов отпустите два специальных винта, расположенных на боковых стяжках и снимите верхнюю и нижнюю крышки.

В случае неисправности ЭЛТ, отклоняющих катушек или лампочек освещения шкалы ЭЛТ произведите замену неисправного элемента.

Для этого:

откиньте заднюю панель прибора, отвинтив четыре винта, крепящие ножки-подставки вместе с панелью к раме;

снимите панель ЭЛТ;

снимите контакты, расположенные на горловине ЭЛТ;

отсоедините разъем провода высокого напряжения от высоковольтного преобразователя;

отпаяйте провода питания корректирующих катушек и корпусной провод экрана;

отпустите винт, стягивающий хомут крепления горловины ЭЛТ к экрану;

отвинтите два винта, крепящие обрамление экрана в передней части;

подвиньте экран совместно с ЭЛТ в направлении задней панели прибора, приподняв его переднюю часть выше уровня передней рамы и отсоединив провода питания лампочек освещения шкалы, затем перемещая экран по направлению к передней панели и вверх снимите его;

извлеките из экрана неисправную ЭЛТ;

для снятия корректирующих катушек отвинтите винты, крепящие их к ЭЛТ или экрану;

при замене неисправной лампочки освещения шкалы ЭЛТ снимите светопровод, отвинтив крепящие его винты, и отпаяйте неисправную лампочку;

заменив неисправные ЭЛТ, корректирующие катушки или лампочку, повторите перечисленные выше операции в обратном порядке. При извлечении и установке ЭЛТ из экрана необходимо соблюдать осторожность во избежание повреждения выводов, расположенных на горловине ЭЛТ, а также выводов коколя.

При неисправности входных аттенюаторов снимите их, выполнив следующие операции:

снять ручку управления переключателей;

отвинтить гайки крепления их к лицевой панели.

Для доступа к стабилизаторам низковольтных источников питания, выпрямителям и усилителю Z — канала снимите заднюю панель прибора.

Для съема блока высоковольтного преобразователя отвин-

11. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

Профилактические работы.

При вскрытии прибора и проведении профилактических работ необходимо соблюдать меры безопасности, указанные в 7 разделе настоящего ТО.

Профилактические работы проводятся с целью обеспечения нормальной работы прибора в течение его эксплуатации.

Рекомендуемая периодичность и виды профилактических работ:

визуальный осмотр — каждые три месяца;

внутренняя и внешняя чистка — раз в год;

поверка — раз в год.

При осмотре внешнего состояния прибора проверяется крепление органов управления, плавность хода, четкость фиксации их, состояние лакокрасочных и гальванических покрытий, крепление узлов и деталей на шасси прибора, состояние контролки гаек, надежность паяк и контактных соединений, отсутствие сколов и трещин на деталях из керамики и пластмасс.

Рекомендуется проверять комплектность прибора и исправность запасных частей.

Скопление пыли в приборе может вызвать перегрев и повреждение элементов, т. к. пыль является теплоизолирующей прокладкой, уменьшающей эффективность рассеивания тепла. Необходимо особое внимание обращать на высоковольтные узлы, так как скопление в них пыли может вызвать пробой.

Внутри прибора пыль устраняется продувкой сухим воздухом. Пыль снаружи прибора удаляется мягкой салфеткой.

12. ПОВЕРКА ПРИБОРА

В настоящем разделе согласно ГОСТ 8.311-78 содержатся указания по объему проверяемых метрологических параметров, а также приводятся установленные методы и средства поверки осциллографа универсального С1-104. Проверке подвергаются осциллографы С1-104, находящиеся в эксплуатации, на хранении и выпускаемые из производства и ремонта.

12.1. Операции и средства поверки.

При проведении поверки должны быть выполнены операции и применены средства поверки, указанные в табл. 4.

Продолжение табл. 3

Наименование неисправности	Вероятная причина неисправности	Метод устранения
Отсутствие внутренней синхронизации в автоматическом режиме запуска развертки	Неисправен мультивибратор схемы автозапуска развертки.	Проверьте исправность элементов V25, V32, V35, V41 (И22.211.055 Э3), неисправные элементы замените.
Отсутствие внешней синхронизации во всех режимах запуска развертки	Неисправная цепь подачи внешнего сигнала от разъема X13 до усилителя синхронизации.	Проверьте отсутствие обрыва цепи внешнего входа синхронизации реле K1.
Отсутствие синхронизации развертки от любого источника	Неисправен усилитель синхронизации.	Проверьте исправность элементов V1, V2, а также микросборок A1, A2, A3 (И22.075.033 Э3), неисправные замените.
Не переключается полярность синхронизации	Неисправен коммутатор A8 (И22.044.090 Э3), не поступает питающее напряжение +27 В на коммутатор полярности.	Замените неисправный коммутатор, устраните обрывы в цепях подачи питающего напряжения.
Не регулируется уровень синхронизации	Неисправен резистор R10 (И22.044.090 Э3), не поступают питающие напряжения на резистор.	Замените резистор R10, устраните обрывы в цепях подачи питания.

тите четыре винта, крепящие его к шасси, предварительно отсоединив разъем питания и отпаяв провод от блокиратора и высоковольтные провода под защитной крышкой.

Для замены неисправных элементов на платах с поворотными шарнирами, отвинтите винты крепящие платы, и поверните плату в удобное для демонтажа положение.

Для устранения неисправностей в иных платах необходимо отпаять все провода, идущие к ним и снять их, отвинтив предварительно крепящие винты.

Поиск неисправности следует вести в следующем порядке: проверить правильность подключения и исправность кабелей, пробников;

проверить правильность рабочего положения ручек управления, т. к. неправильное их положение может создать иллюзию о неисправности;

проверить правильность регулировки прибора или неисправность узла.

Обнаруженная неисправность может быть результатом неправильной регулировки, которая устраняется при подстройке.

Неисправная работа всех схем указывает на неисправность в блоке питания. Поэтому необходимо проверить правильность регулировок отдельных источников.

Если номинальные значения напряжений источников находятся в пределах допустимых границ, то можно полагать, что источники работают правильно. Отклонения этих напряжений указывает на неисправную их работу или некачественную регулировку.

Перечень характерных или возможных неисправностей приведен в табл. 3.

Таблица 3

Наименование неисправности	Вероятная причина неисправности	Метод устранения
При включении тумблера «СЕТЬ» перегорают предохранители F1 (И22.087.442 Э3) или F1 (И23.215.163 Э3)	Вышли из строя транзисторы V1, V2 (И22.087.442 Э3)	Замените неисправные транзисторы.
	Тумблер S2 (И22.087.442 Э3) находится в положении «115 V 400 Hz» при включении осциллографа в сеть с напряжением 220 В.	Установите тумблер S2 (И22.087.442 Э3) в положение «220V 50Hz, 400 Hz».
При включении тумблера «СЕТЬ» осциллограф не включается.	Конденсаторы C3...C6 (И22.087.442 Э3), диоды V26...V29 (И23.215.163 Э3) пробиты.	Замените неисправные конденсаторы и диоды.
	Перегорели предохранители F1 (И22.087.442 Э3) или F1 (И23.215.163 Э3)	Замените предохранители. Устраните причину перегорания предохранителей перед включением осциллографа.
	Обрыв в сетевом кабеле.	Устраните обрыв.
	Короткое замыкание или значительная перегрузка на выходе источников электропитания.	Устраните перегрузку или короткое замыкание.
	Кнопка S1 (И23.211.041 Э3) не замкнута	Устраните причину отсутствия замыкания.
	Разъемы X1 (И23.211.041 Э3), X5 (И22.087.442 Э3) не сочленены с ответными частями.	Сочлените разъемы X1 (И23.211.041 Э3), X5 (И22.087.442 Э3) с ответными частями.
Обрыв или короткое замыкание в первичных или вторичных цепях трансформаторов T1, T2 (И22.087.442 Э3).	Найдите и устраните обрыв или короткое замыкание.	

Продолжение табл. 3

Наименование неисправности	Вероятная причина неисправности	Метод устранения
Луч не перемещается по горизонтали.	Неисправен резистор R21 («  » И22.044.090 Э3).	Замените неисправный резистор.
	Не поступают питающие напряжения на резистор R21.	Устраните обрывы в цепи питания резистора перемещения луча.
Отсутствует сигнал на выходном разъеме калибратора.	Неисправен усилитель X.	Проверьте исправность элементов: V9, V11, V21, V27, V28, V31 (И22.035.368 Э3), неисправные замените.
	Неисправен задающий генератор или усилитель-ограничитель калибратора.	Проверьте исправность микросхемы A1 и элементов V2 и V3 (И22.085.041 Э3). Неисправные микросхемы и элементы замените.
	Не поступают напряжения +15 В и минус 15 В на калибратор, не подается выходной сигнал на разъем «  » (И22.044.090 Э3).	Устраните обрывы в цепях питания и выводах выходного сигнала.
Отсутствие внутренней синхронизации в любом режиме запуска развертки.	Неисправная цепь подачи запускающего сигнала на усилитель синхронизации.	Проверьте исправность реле K1...K3 (И22.075.033 Э3), замените неисправные элементы или устраните обрывы в цепях этих элементов.
	Неисправен предусилитель синхронизации.	Проверьте исправность микросхем A1, A3 и A5 предусилителя синхронизации (И22.030.225 Э3), неисправные замените.

Продолжение табл. 3

Наименование неисправности	Вероятная причина неисправности	Метод устранения
Луч не перемещается по вертикали в обоих каналах.	Неисправен выходной Y-усилитель.	Проверьте исправность микросхем A1-A4 (И22.030.226 Э3), неисправную замените.
	Неисправны резисторы R1 и R2 ($\leftarrow \downarrow \rightarrow$ И22.044.090 Э3)	Замените неисправные резисторы.
	Не поступают напряжения +15 В и минус 15В на резисторы R1 и R2 (И22.044.090 Э3).	Устраните обрывы в цепях питания резистора перемещения луча.
Отсутствует изображение сигнала на экране ЭЛТ.	Разбалансированы оба канала предварительно Y-усилителя.	Произведите балансировку каналов предусилителя.
	Обрыв в цепях входных кабелей.	Исправьте или замените кабели входных цепей.
	Не включается одна или несколько ступеней делителей аттенуаторов	Проверьте и устраните отсутствие контакта в токоотводах аттенуаторов.
Отсутствует луч в режиме внутренней горизонтальной развертки (положение «АВТ.»), во внешнем режиме работы канала X — луч на экране ЭЛТ имеется.	Неисправен предварительный Y-усилитель.	Проверьте исправность микросхем A2 и A4 (И22.030.225 Э3), неисправные замените.
	Неисправен генератор развертки.	Проверьте исправность элементов: V1, V4, V5, V6, V12, V13, V16, V17, V19, V21, V23, V24, V26, V33, V34, V42, V44 и D1 (И22.211.055 Э3), неисправные замените. Проверьте соответствие напряжений на электродах этих элементов картам напряжения.

Продолжение табл. 3

Наименование неисправности	Вероятная причина неисправности	Метод устранения
	Не включаются задающий генератор, усилители мощности.	Проверьте исправность задающего генератора, усилителей мощности и системы запуска. Устраните неисправность.
	Неисправны транзисторы, расположенные на платах стабилизатора И23.233.182, преобразователя И23.215.163 или в блоке питания И22.087.442.	Проверьте транзисторы. Неисправные замените.
	Обрыв одного или нескольких диодов, расположенных на платах выпрямителей И23.215.164, И23.215.198.	Проверьте диоды. Неисправные замените.
	Отсутствует генерация задающего генератора или предварительного усилителя мощности.	Проверьте величину входного напряжения стабилизатора +48 В и исправность транзисторов V2, V3, V13, V14 (И23.215.163 Э3). Устраните причину отсутствия напряжения +55 В, неисправные транзисторы замените.
	Отсутствует или занижено напряжение на конденсаторе C1 (И23.215.163 Э3)	Напряжение на конденсаторе C1 (И23.214.163 Э3) установите величиной порядка 12 В, устранив причину перегрузки или обрыва.
Занижены или отсутствуют выходные напряжения стабилизаторов.	Перегрузка или короткое замыкание на выходе одного или нескольких стабилизаторов.	Найдите и устраните причину перегрузки или короткого замыкания стабилизаторов.
Завышены выходные напряжения стабилизаторов.	Обрыв нагрузки одного или нескольких стабилизаторов.	Проверьте нагрузки. Устраните причину обрыва.

Продолжение табл. 3

Наименование неисправности	Вероятная причина неисправности	Метод устранения
Пульсация источников завышена.	Неисправны транзисторы, расположенные на плате стабилизатора И23.233.182 или в блоке питания И22.087.442.	Проверьте транзисторы, неисправные замените.
	Коллектора транзисторов V4, V6 (И22.087.442 Э3) соединены с корпусом.	Устраните причину соединения коллекторов транзисторов V4, V6 (И22.087.442 Э3) с корпусом.
	Неисправны конденсаторы, расположенные на плате фильтра И23.290.013, конденсаторы С3...С6 (И22.087.442 Э3), конденсаторы С17...С18 (И23.233.182 Э3), конденсаторы выпрямителей И23.215.164, И23.215.198, И23.215.168, И23.215.165-01.	Проверьте конденсаторы, неисправные замените.
	Обрыв диодов V26...V29 (И23.215.163 Э3) V1...V12 (И23.215.164Э3) V1...V6 (И23.215.198Э3).	Проверьте диоды, неисправные замените.
	Перегрузка на выходе одного или нескольких источников.	Найдите и устраните причину перегрузки.
	Неисправны стабилизаторы.	Найдите неисправный стабилизатор и устраните причину неисправности в нем.
Выходные напряжения высоковольтного преобразователя И23.211.041 сильно занижены или отсутствуют.	Перегрузка или короткое замыкание на выходе источников +20 кВ, минус 2,5 кВ	Найдите причину аварии и устраните её.
	Перегорел предохранитель Пр (И22.032.098-03 Э3)	Замените неисправный предохранитель.

Продолжение табл. 3

Наименование неисправности	Вероятная причина неисправности	Метод устранения
Выходные напряжения высоковольтного преобразователя И23.211.041 завышены.	Не поступают низковольтные напряжения на разъем X1 (И23.211.041 Э3).	Найдите напряжение, которое отсутствует и устраните причину отсутствия напряжения.
	Неисправны транзисторы V2 (И23.211.041 Э3), T1...T4 (И22.032.098-03 Э3)	Найдите неисправный транзистор. Замените его.
	Кнопка S1 (И23.211.041 Э3) не замкнута	Устраните причину отсутствия замыкания.
	Неисправен трансформатор T1 (И23.211.041 Э3).	Проверьте трансформатор. Неисправный замените.
	Закорочен диод V1 (И23.211.041 Э3).	Устраните причину закорачивания диода.
	Завышены напряжения +48 В, минус 15 В.	Устраните причину увеличения напряжений.
	Неисправны транзисторы T1...T4 (И22.032.098-03Э3)	Проверьте транзисторы. Неисправные замените.
	Закорочены резисторы R11...R13 (И22.032.098-03 Э3).	Устраните причину закорачивания резисторов.
	Отсутствует луч на экране ЭЛТ в обоч ре- жимах канала X.	Устранить неисправность контактов или заменить панель ЭЛТ.
	Обрыв электродов ЭЛТ.	Замените неисправную ЭЛТ.
Отсутствует луч на эк- ране ЭЛТ в обоч ре- жимах канала X.	Отсутствует напряжение минус 2500 В или +20000 В.	Проверьте и устраните неисправности в цепях питания ЭЛТ.
	Неисправен усилитель Z-канала.	Отыщите и устраните неисправность усилителя.

13.4. Расконсервация прибора включает удаление упаковочных средств и удаление смазки с законсервированных металлических поверхностей. Смазка удаляется протиркой ветошью (бязью), смоченной хладоном 113 ГОСТ 23844-79 или другим допустимым по действию растворителем, с последующей обдувкой поверхностей теплым воздухом или протиркой насухо.

Все работы по консервации, переконсервации и расконсервации должны производиться при строгом соблюдении мер противопожарной безопасности и охраны труда, изложенных в специальных инструкциях и НТД.

14. ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ

14.1. Тара, упаковка и маркировка упаковки

Транспортирование прибора производится в потребительской таре и тарном ящике (деревянном или картонном).

Тарный ящик внутри выстилается бумагой БУ-Б темно-коричневая ГОСТ 515-77 или АК-25 ГОСТ 8828-75.

Для предохранения прибора от перемещения при транспортировании между стенками, дном и крышкой тарного ящика и потребительской тарой размещаются подушки из гофрированного картона Т, Т-4 ГОСТ 7376-77.

Примечание. При упаковывании прибора в картонную коробку подушки из гофрированного картона размещаются и внутри картонной коробки.

К тарному ящику по торцам прибивается лента ПН 0,4×20 ГОСТ 3560-73, концы ленты соединяются в замок или внахлестку.

На тарном ящике наносится маркировка по ГОСТ 14192-77. На укладочном ящике наносится масса, шифр и заводской номер прибора.

14.2. Условия транспортирования

Для транспортирования прибор должен быть упакован в тарный ящик. Тарный ящик пломбируется.

Транспортирование прибора осуществляется при условиях: температура окружающей среды от минус 50 °С до +60 °С; максимальная влажность воздуха 95 % при температуре до +25 °С ± 2 °С.

Прибор допускает транспортирование всеми видами транспорта, за исключением авиационного в негерметизированных отсеках, при условии защиты от прямого воздействия атмосферных осадков и пыли.

Не допускается кантование приборов. Упаковка прибора должна производиться таким образом, чтобы он не мог перемещаться при изменении положения тары (за исключением перемещения на амортизаторах или демпфирующих подушках).

500 Ω нагрузку и измерить напряжение калибратора в положении «0,6 V» переключателя выхода.

Погрешность (δ_u) амплитуды выходного напряжения калибратора в процентах определяется по формуле

$$\delta_u = \frac{U_k - U_0}{U_0} \cdot 100, \quad (12.2)$$

где: U_k — значение напряжения калибратора, измеренного вольтметром В7-16А, В;

U_0 — номинальное значение величины напряжения калибратора на нагрузке 50 Ом или 500 Ом (С2-10-0,25-50,5 Ом ± 0,5%, С2-10-0,25-505 Ом ± 0,5%), В.

Подключить к выходу « \ominus » калибратора частотомер ЧЗ-65 и измерить частоту следования импульсов калибратора, предварительно установив переключатель режима работы калибратора в положение « \square 1 kHz» и переключатель выхода в положение «0,6 V».

Погрешность (δ) частоты следования импульсов калибратора в процентах вычисляется по формуле

$$\delta = \frac{f_k - f_0}{f_0} \cdot 100, \quad (12.3)$$

где: f_k — значение частоты следования импульсов калибратора, измеренной частотомером ЧЗ-65, кГц;

f_0 — номинальное значение частоты следования импульсов калибратора, 1 кГц.

Результаты проверки считаются удовлетворительными, если погрешности величины амплитуды напряжений и частоты следования импульсов калибратора находятся в пределах:

в нормальных условиях ± 1 %;

в рабочих условиях ± 1,5 %.

Если предел погрешности величины амплитуды напряжения и частоты следования импульсов калибратора не превышает ± 1 %, проводят калибровку коэффициентов отклонения и развертки поверяемого осциллографа по методике изложенной в подразделе 9.1 настоящего ТО.

Поверяемый осциллограф переводят в режим внешнего запуска, для этого устанавливают положение «ЖДУЦ» переключателя режима запуска развертки, положение «1:1» переключателя режима синхронизации. Устанавливают среднее значение коэффициента отклонения (например «0,1»), на вход « \ominus 50Ω10Vmax» одного из каналов вертикального отклоне-

ния подают сигнал от генератора Г5-78 и на вход «ВНЕС.» — сигнал синхронизации. Амплитуду основного импульса генератора устанавливают такой, чтобы изображение его на экране ЭЛТ занимало 5—4 деления, а длительность основного импульса генератора — соответствующую 5 делениям шкалы ЭЛТ по горизонтали в положение «1 ps» переключателя коэффициентов развертки. Органами регулировки амплитуды синхронизирующих импульсов генератора, задержки основных импульсов генератора и, при необходимости, органами регулировки синхронизации поверяемого осциллографа добиваются устойчивого изображения импульсов на экране ЭЛТ.

Увеличивая фиксированное значение коэффициента развертки, наблюдают уменьшение ширины импульсов на экране ЭЛТ. При достижении ширины изображения импульса одного деления длительность импульса увеличивают так, чтобы ширина изображения на экране ЭЛТ снова была равна 5 делениям по горизонтали. При этом частоту повторения импульсов от максимально возможной уменьшают до минимального значения частоты повторения сигнала синхронизации поверяемого осциллографа, но не менее 20 Гц.

Примечания:

1. При переходе положения «20 ps» переключателя «ВРЕМЯ/ДЕЛ.» испытательный сигнал и сигнал синхронизации подают от генератора Г5-75.
2. При одном, по выбору поверителя фиксированном значении коэффициента развертки проверяют работоспособность плавной регулировки коэффициента развертки.

Проверяют работу осциллографа в режиме внутреннего запуска, для этого устанавливают положение «АВТ.» переключателя режима запуска развертки и положение «ВНУТР.» переключателя режима синхронизации. Используют средства измерения, приведенные выше, установив среднее значение коэффициента отклонения и амплитуду основных импульсов генератора такой, чтобы изображение по вертикали на экране занимало 4—5 делений. Регулировкой «УРОВЕНЬ» поверяемого осциллографа добиваются устойчивого изображения импульсов на экране ЭЛТ. Уменьшение амплитуды основных импульсов генератора до минимального значения, установленного для поверяемого осциллографа (не менее 1 деления), не должно приводить к срыву синхронизации.

При необходимости допускается проводить дополнительную регулировку синхронизации (с помощью ручки «УРОВЕНЬ»).

Проверяют работу органов регулировки коэффициента отклонения. Устанавливают среднее значение коэффициента развертки (например «20 ps»), фиксированное значение коэффи-

растворителем (хладон 113 ГОСТ 23844-79 или другими допустимыми по действию), и осушиваются обдувкой нагретым воздухом или протиркой сухими хлопчатобумажными салфетками;

на металлические внешние поверхности прибора и ЗИП за исключением поверхностей, имеющих лакокрасочное и серебряное покрытия, наносится тонкий слой масла индустриального И-30А ГОСТ 20799-75;

изделия ЗИП, розетки, разъемы, вилки кабелей и шнура питания каждые в отдельности, а затем все вместе обертываются пергаментом А рулон 1 с ГОСТ 1341-74 или другой аналогичной бумагой и перевязываются хлопчатобумажными нитками;

ЗИП и один мешочек с силикагелем поместить в полиэтиленовый чехол. Чехол заварить.

эксплуатационная документация помещается в пленочный чехол;

прибор и принадлежности прибора укладываются в укладочный ящик.

Укладочный ящик пломбируется.

При поставке прибора в картонной коробке, прибор и принадлежности прибора укладываются в картонную коробку и транспортный ящик. Перед укладкой прибор обертывается бумагой АК-25 ГОСТ 8828-75. После укладки коробка перевязывается шпагатом ШЛ 2,5 П2Н ГОСТ 17308-85. Транспортный ящик пломбируется.

Для приборов с приемкой заказчика перед укладкой в укладочный ящик, прибор помещается в чехол из полиэтиленовой пленки Мс 0,2 I сорт ГОСТ 10354-82; на прокладку из картона гофрированного Т-40 ГОСТ 7376-76 или бумаги АК-25 ГОСТ 8828-75, уложенную на верхнюю крышку прибора, размещаются мешочки с силикагелем КСМГ ГОСТ 10354-82 и влагопоглотитель с силикагелем-индикатором ГОСТ 8984-75. Швы чехла завариваются. Отверстие в чехле после откачки воздуха заклеивается лентой ПЭ с липким слоем 50 ГОСТ 20477-86.

Для удобства при упаковывании на прибор в чехле надевается лямка входящая в комплект поставки прибора. Укладочный ящик пломбируется и упаковывается в транспортный ящик.

Примечание. Синий и фиолетовый цвета силикагеля-индикатора указывают на допустимую величину относительной влажности воздуха внутри упаковки.

Переконсервация прибора производится через каждые 12 месяцев аналогично процессу консервации при обнаружении дефектов консервации в процессе хранения.

Примечание. При розовом цвете силикагеля-индикатора необходимо заменить силикагель-осушитель и силикагель-индикатор.

95 % при температуре $(+25 \pm 2)$ °С и ниже без конденсации влаги;

в отапливаемых хранилищах при температуре воздуха от $+5$ °С до $+25$ °С, относительной влажности воздуха до 80 % при температуре $+25$ °С и ниже без конденсации влаги.

13.2. Длительное хранение

Прибор должен допускать длительное хранение в отапливаемом или неотапливаемом капитальных хранилищах. Место хранения должно соответствовать требованиям ГОСТ В 9.003-80. Срок сохраняемости прибора в отапливаемых капитальных хранилищах — 5 лет, в неотапливаемых капитальных хранилищах — 3 года.

Прибор должен храниться в условиях:

в отапливаемом капитальном хранилище при температуре воздуха от плюс 5 до плюс 25 °С и относительной влажности до 80 % при температуре $+25$ °С и ниже без конденсации влаги;

в неотапливаемом капитальном хранилище при температуре воздуха от минус 5 до плюс 60 °С и относительной влажности до 95 % при температуре $+25$ °С и ниже без конденсации влаги.

13.3. Консервация прибора

Перед консервацией прибор необходимо просушить, выдержав его не менее 24 ч в помещении с относительной влажностью не более 70 % при температуре $(+20 \pm 5)$ °С.

Перед началом работ по консервации следует убедиться в отсутствии сконденсированной влаги на поверхности изделия.

При наличии влаги необходимо принять меры к полному её удалению.

Процесс консервации прибора должен быть непрерывным, начиная от подготовки поверхности к консервации до окончания упаковывания. Разрывы между операциями более 2 ч не допускаются.

Консервация прибора должна производиться в специально оборудованном помещении при температуре воздуха $(+20 \pm 5)$ °С и относительной влажности не более 70 %. Хранение химикатов, кислот, щелочей в помещении для консервации не допускается.

Все материалы, применяемые при проведении консервации, должны соответствовать требованиям государственных стандартов или технических условий.

Консервация прибора производится в следующей последовательности:

внешние поверхности прибора и ЗИП очищаются от пыли и загрязнений хлопчатобумажными салфетками, смоченными

центра отклонения «0,05». Амплитуду импульсов от генератора Г5-75 устанавливают такой, чтобы изображение его по вертикали на экране ЭЛТ занимало 5 делений, длительность импульса — соответствующую 5—6 делениям по горизонтали. Увеличивая фиксированное значение коэффициента отклонения (до положения «1»), наблюдают уменьшение высоты изображения импульса на экране ЭЛТ. При достижении высоты импульса 1 деления по вертикали амплитуду основных импульсов генератора увеличивают так, чтобы высота изображения на экране ЭЛТ снова была равна 5—6 делениям.

Примечание. В положениях «0,01» и «0,02» переключателя «V/ДЕЛ» работоспособность органов регулировки коэффициентов отклонения проверяют по сигналу от внутреннего калибратора.

12.3.3. Ширину линии луча определяют методом сжатого раstra при величине яркости луча, удобной для наблюдения.

Определение ширины линии луча осуществляется последовательно для вертикальной и горизонтальной осей экрана ЭЛТ без дополнительного регулирования фокусировки и астигматизма луча.

Для измерения ширины линии луча в вертикальном направлении в испытуемом осциллографе установите переключатель «РЕЖИМ РАБОТЫ» в положение «1», переключатель входа в положение « \approx », переключатели «V/ДЕЛ» и «ВРЕМЯ/ДЕЛ» соответственно в положения «0,1» и «5 μ s», переключатель режима развертки в положение «ЖДУЩ», переключатель источника синхронизации в положение «1:1».

Во вспомогательном осциллографе установите переключатель режима развертки в положение «ЖДУЩ», переключатель «ВРЕМЯ/ДЕЛ» в положение 2ms/дел, переключатель источника синхронизации в положение «1:1».

Соедините выход пилообразного напряжения « $\ominus \Delta$ » вспомогательного осциллографа со входом первого канала « \ominus 50 Ω 10Vmax» испытуемого осциллографа.

С помощью тройника соедините входы « \ominus ВНЕШ» вспомогательного и испытуемого осциллографа с выходом генератора Г3-109. Установите амплитуду и частоту сигнала на генераторе соответственно равными (0,3÷0,5) В и (1—3) кГц.

При наличии синхронизации в обоих осциллографах на экране испытуемого осциллографа должен наблюдаться растр в виде горизонтальных линий.

Плавным изменением частоты синхронизирующего сигнала

добейтесь исчезновения горизонтальной строчной структуры. С помощью яркомера-свечемера типа ФПИ-2 установите величину яркости свечения экрана равной $2\text{kg}/\text{m}^2$, затем ручкой «» и подстроечной регулировкой «» астигматизма произведите фокусировку луча при неизменной яркости свечения.

Затем, установив коэффициент отклонения испытуемого осциллографа равным «0,05 В/ДЕЛ», произведите подсчет числа линий на произвольном участке вертикального размера растра, равном $3/8$ рабочей части экрана от центра.

Ширина линии луча в вертикальном направлении в миллиметрах вычисляется по формуле:

$$b = \frac{h_v}{2 \cdot n} \quad (12.4)$$

где h_v — вертикальный размер изображения растра, мм;
 n — число линий растра, проходящихся на размер.

Для измерения ширины линии луча в горизонтальном направлении коэффициенты развертки испытуемого и вспомогательного осциллографов установите соответственно $1\text{ms}/\text{дел}$ и $1\ \mu\text{s}/\text{дел}$. Отключите от входа « ВНЕШ.» испытуемого осциллографа кабель, установите переключатель источника синхронизации в положение «ВНУТР.», переключатель «В/ДЕЛ.» канала I в положение «0,05». Частоту сигнала на генераторе ГЗ-109 установите равной (1—3) кГц.

При наличии синхронизации в обоих осциллографах на экране испытуемого осциллографа должен наблюдаться растр в виде вертикальных линий. Плавным изменением частоты сигнала генератора ГЗ-109 добиться исчезновения вертикальной строчной структуры.

Установив коэффициент развертки испытуемого осциллографа равным $0,2\text{ms}/\text{ДЕЛ.}$, произведите подсчет числа линий на произвольном участке растра, равном $3/8$ рабочей части экрана от центра.

Ширина линии луча в горизонтальном направлении в миллиметрах вычисляется по формуле:

$$b = \frac{h_r}{5n} \quad (12.5)$$

где h_r — горизонтальный размер изображения растра, мм.

Результаты испытаний считаются удовлетворительными, если ширина линии луча в вертикальном и горизонтальном нап-

Дозиметрическим прибором ДРГЗ-02 производят измерение мощности экспозиционной дозы неиспользуемого рентгеновского излучения в любой точке пространства, в том числе перед защитным стеклом экрана трубки, на расстоянии 5 см от корпуса осциллографа и защитного стекла экрана трубки.

Ручку регулировки яркости () устанавливают в крайнее правое положение, соответствующее максимальной яркости. Переключатель «ВРЕМЯ/ДЕЛ» коэффициентов развертки прибора при изменении следует установить в положение (5—10) ms. Линия развертки фокусируется.

Приемник дозиметрического прибора устанавливают (при измерении излучения с экрана трубки) таким образом, при котором измеренное излучение максимально, т. е. перпендикулярно экрану, и чтобы линия развертки соответствовала центральной линии приемника дозиметра.

В процессе выпуска приборов С1-104 измерение экспозиционной дозы неиспользуемого рентгеновского излучения проводится на периодических испытаниях.

Результат измерения считается удовлетворительным, если мощность экспозиционной дозы неиспользуемого рентгеновского излучения не превышает $0,07\ \mu\text{R}/\text{с}$.

12.4. Оформление результатов поверки.

Результаты первичной поверки при выпуске из производства и ремонта осциллографов оформляют отметкой в формуляре И22.044.102 ФО. На осциллографы, признанные годными при поверке в органах Госстандарта СССР, выдают свидетельство установленной формы.

Результаты периодической ведомственной поверки оформляют документом, составленным ведомственной метрологической службой.

Осциллографы, не удовлетворяющие требованиям раздела 12 технического описания, к выпуску и применению не допускают. Периодичность поверки — один раз в год.

13. ПРАВИЛА ХРАНЕНИЯ

13.1. Гарантийное хранение

Гарантийный срок хранения — 6 месяцев с момента отгрузки приборов потребителю, в том числе в упаковке, и 12 месяцев — для приборов с приемкой заказчика.

Приборы, предназначенные для гарантийного хранения, должны храниться в следующих условиях:

в неотопливаемых хранилищах при температуре воздуха от минус $50\ ^\circ\text{C}$ до $+60\ ^\circ\text{C}$, относительной влажности воздуха до

12.3.9. Проверку времени установления переходной характеристики вертикального отклонения производите путем последовательной подачи на входы каналов I и II испытательного импульса положительной полярности от генератора И1-16. Величина изображения импульса по вертикали устанавливается равной 6 делениям при коэффициенте развертки 1 нс/дел.

Определение времени установления производите для всех значений коэффициента отклонения и длительности импульса 100 нс.

Время установления переходной характеристики определяется как интервал времени от уровня 0,1 установившегося значения ПХ до момента времени, начиная с которого неравномерность ПХ не превышает значения, указанного в п.2.9.

Проверку времени установления активного пробника И22.746.036 и делителя 1:10 И22.727.082 производить при коэффициенте отклонения 0,02 В/дел.

При проверке пользоваться переходом ЯП2.236.002, который предназначен для подключения активного пробника к разъемам типа СР-50-73.

Результат проверки считается удовлетворительным, если время установления не превышает 4 нс. Неравномерность ПХ в диапазоне 15—25 нс, вызванная несогласованностью кабельных соединений источника сигнала с входом осциллографа, должна исключаться.

Примечание. Проверку времени установления переходной характеристики тракта вертикального отклонения допускается производить с помощью генератора испытательных импульсов И1-15.

Органы управления генератора установите в следующие положения:

«ЗАПУСК» — «ВНУТР.»

«ПЕРИОД» — «0,01 — 0,1 мс»

«ДЛИТЕЛЬНОСТЬ» — «0,1 — 0,3 мкс»

«ЗАДЕРЖКА» — «0,03 — 0,1 мкс».

Испытательный сигнал с выхода « \square » генератора и включенной кнопке « \square » в группе «ПОЛЯРНОСТЬ» подать поочередно на вход « \ominus 50 Ω 10Vmax» каналов I и II проверяемого осциллографа. Амплитуду испытательного сигнала установить с помощью ручек управления группы «АМПЛИТУДА V» такой, чтобы изображение её на экране ЭЛТ осциллографа занимало 6—7 делений для всех значений коэффициента отклонения.

12.3.10. Мощность экспозиционной дозы неиспользуемого рентгеновского излучения проверяется следующим образом.

равлениях, вычисленная соответственно по формулам (12.4) и (12.5) не превышает 0,8 мм.

12.3.4. Погрешность коэффициента отклонения канала вертикального отклонения (п.1.2.5) проверяется последовательной подачей на входы « \ominus 50 Ω 10Vmax» I и II каналов испытательного сигнала частотой 1 кГц от генератора ГЗ-112/1.

Предварительно перед определением погрешности необходимо произвести поверку калибровки каналов вертикального отклонения по внутреннему калибратору.

Проверка погрешности коэффициента отклонения 0,1 В/дел, производится при размерах изображения по вертикали равных 4; 6 и 8 делениям шкалы, а проверка погрешности остальных коэффициентов отклонения — при размере изображения равном 6 делениям.

Перемещением изображения сигнала по вертикали расположить его симметрично относительно горизонтальной оси шкалы ЭЛТ, в положении «1ms» переключателя «ВРЕМЯ/ДЕЛ».

Изменяя уровень выходного напряжения генератора ГЗ-112/1 установить размер изображения сигнала по вертикали, равным заданному числу делений и измерить значение этого напряжения вольтметром В7-16 А.

Номинальные значения напряжений испытательного сигнала и допустимые отклонения этих напряжений для заданных размеров изображения сигнала приведены в табл. 6.

Таблица 6

Проверяемый коэффициент отклонения В/дел	Напряжение испытательного сигнала, В эфф.			Допустимые отклонения напряжений, мВ			Примечание
	4 дел	6 дел	8 дел	4 дел	6 дел	8 дел	
1	2	3	4	5	6	7	8
0,01	—	21,2 · 10 ⁻³	—	—	±0,84	—	
0,02	—	42,4 · 10 ⁻³	—	—	±1,26	—	
0,05	—	0,106	—	—	±3,18	—	
0,1	0,141	0,212	0,283	±4,23	±6,36	±8,49	
0,2	—	0,424	—	—	±12,7	—	
0,5	—	1,06	—	—	±31,8	—	
1,0	—	2,12	—	—	±63,6	—	

Погрешность коэффициента отклонения δ_k в процентах вычисляется по формуле

$$\delta_k = \left(\frac{h \cdot K_n}{2,82U} - 1 \right) \cdot 100, \quad (12.6)$$

где h — размер изображения испытательного сигнала, дел;

K_n — номинальное значение измеряемого коэффициента отклонения, В/дел;

U — эффективное значение напряжения сигнала, измеренного вольтметром В7-16А, В эфф.

Погрешность коэффициентов отклонения с делителем 1:10 И22.727.082 и активным пробником И22.746.036 проверяют в положении «0,01» переключателя «V/ДЕЛ» при размахе изображения, равном 6 делениям. При этом значение напряжения испытательного сигнала должно быть:

(0,212 ± 0,021) В для делителя 1:10 И22.727.082;

(0,106 ± 0,01) В для активного пробника И22.746.033;

(0,424 ± 0,04) В для активного пробника с делителем 1:4;

(2,12 ± 0,21) В для активного пробника с делителем 1:20;

(4,24 ± 0,42) В для активного пробника с делителем 1:40.

Результаты испытаний считаются удовлетворительными, если основная погрешность коэффициента отклонения не превышает ±4 % в положении «0,01» переключателя «V/ДЕЛ» и ±3 % в остальных положениях переключателя «V/ДЕЛ».

12.3.5. Проверку погрешности калиброванных коэффициентов развертки проверяйте путем последовательной подачи испытательного сигнала на вход « \ominus 50Ω10Vmax» одного из каналов вертикального отклонения от калибратора осциллографов И1-9, генераторов Г4-102А, Г4-107 и Г4-76А.

Предварительно перед определением погрешности необходимо произвести проверку калибровки коэффициента развертки 0,1 мс/дел внутренним калибратором по методике, изложенной в разделе 9.1 настоящего ТО.

Определение погрешности производят для всех калиброванных значений (положение ручки «ПЛАВНО» — крайнее по часовой стрелке). Изображение испытательного сигнала устанавливают симметрично относительно горизонтальной оси шкалы ЭЛТ, при вертикальном размере, равном 4—6 делениям шкалы.

Установив переключатель режима запуска развертки в положение «АВТ.», получить с помощью ручки «УРОВЕНЬ» устойчивое изображение испытательного сигнала на экране ЭЛТ в режиме внутренней синхронизации. Для частот свыше 100

Параметры импульса.

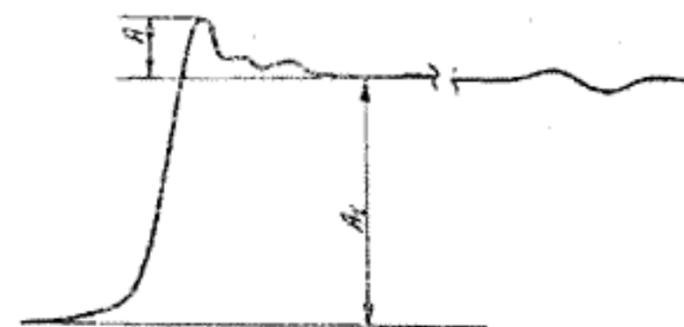


Рис. 13.

Результаты проверки считаются удовлетворительными, если выброс переходной характеристики тракта вертикального отклонения не превышает 10 %;

выброс переходной характеристики с активным пробником и выносным делителем не превышает 10 %.

Выброс переходной характеристики активного пробника И22.746.036 и выносного делителя 1:10 И22.727.082 определяют при коэффициенте отклонения 0,01 В/дел.

При проверке необходимо пользоваться переходом ЯП2.236.002, который предназначен для подключения пробника к разъемам типа СР-50-73.

Примечание. Проверку выброса переходной характеристики тракта вертикального отклонения допускается производить с помощью генератора испытательных импульсов И1-15.

Органы управления генератора установить в следующие положения:

«ЗАПУСК» — «ВНУТР.».

«ПЕРИОД» — «0,01 — 0,1ms»

«ДЛИТЕЛЬНОСТЬ» — «0,1 — 0,3 μs»

«ЗАДЕРЖКА» — «0,03 — 0,1 μs».

Испытательный сигнал с выхода « \square » или « \square » генератора и соответственно включенной кнопке « \square » или

« \square » в группе «ПОЛЯРНОСТЬ» поочередно на вход « \ominus 50Ω10Vmax» каналов I и II проверяемого осциллографа.

Длительность импульса устанавливают 300 нс.

Необходимую амплитуду испытательного сигнала (положительной и отрицательной полярности) устанавливают такой, чтобы изображение её на экране ЭЛТ осциллографа занимало 6—7 делений.

Результат проверки считается удовлетворительным, если неравномерность переходной характеристики на участке от 4 до 10 нс не превышает $\pm 10\%$, на участке от 10 до 100 нс — $\pm 3\%$ и после 100 нс — $\pm 2\%$. Неравномерность ПХ в диапазоне 15—25 нс, вызванная несогласованностью кабельных соединений, должна исключаться.

Примечание. При проверке неравномерности переходной характеристики тракта вертикального отклонения вместо генератора И1-16 допускается использовать генератор испытательных импульсов И1-15.

Органы управления генератора установить в следующие положения:

- «ЗАПУСК» — «ВНУТР.»
- «ПЕРИОД» — «0,01 — 0,1 ms»
- «ДЛИТЕЛЬНОСТЬ» — «0,1—0,3 μ s»
- «ЗАДЕРЖКА» — «0,03 — 0,1 μ s».

Испытательный сигнал с выхода «» генератора и включенной кнопке «» в группе «ПОЛЯРНОСТЬ» последовательно подать на вход каналов I и II проверяемого осциллографа.

Амплитуду сигнала устанавливать с помощью ручек управления группы «АМПЛИТУДА V» такой, чтобы изображение её на экране ЭЛТ осциллографа занимало 6—7 делений для коэффициента отклонения равного 0,02 В/дел. Длительность импульса установить 300 нс.

12.3.8. Проверку выброса переходной характеристики тракта вертикального отклонения производите путем последовательной подачи на входы каналов I и II испытательного импульса от генератора И1-16. Величина изображения импульса по вертикали устанавливается равной 6 делениям шкалы.

Определение величины выброса переходной характеристики производите для всех значений коэффициента отклонения при положительной и отрицательной полярности испытательного импульса, длительностью 100 нс. Параметры импульса, контролируемые при определении выброса переходной характеристики, приведены на рис. 13.

Значение выброса δ_v в процентах рассчитывается по формуле:

$$\delta_v = \frac{\Delta}{A_1} \cdot 100, \quad (12.10)$$

где Δ — значение выброса, как превышение над установившимся значением переходной характеристики, дел;

A_1 — установившееся (амплитудное) значение переходной характеристики, дел.

МГц переключатель запуска развертки установить в положение «ЖДУЩ.».

(Допускается при максимальной яркости и затемненном экране подсвет изображения на экране осциллографа не мешающий производить отсчет параметров сигнала). Рабочей частью развертки является участок длиной 10 делений, за исключением участка в начале развертки длительностью 5 нс.

Изменяя период следования испытательного сигнала, получить точное совмещение четырех периодов сигнала с четырьмя делениями шкалы, а затем 6 и 10 периодов — с 6 и 10 делениями соответственно.

Сигнал от генератора Г4-102А подают при коэффициенте развертки 50 нс/дел, от генератора Г4-107 — при коэффициентах развертки 20, 10 и 5 нс/дел, а от генератора Г4-76А — при коэффициентах развертки 2 и 1 нс/дел. При всех остальных коэффициентах развертки подают сигнал от калибратора осциллографов И1-9.

Частоту генераторов испытательных сигналов измеряют частотомером ЧЗ-65.

Погрешность коэффициента развертки δ_p в процентах отсчитывают по шкале калибратора осциллографов, а на диапазонах, где применяют генераторы Г4-102А, Г4-107 и Г4-76А, вычисляется по формуле

$$\delta_p = (f \cdot T_0 - 1) \cdot 100, \quad (12.7)$$

где f — частота испытательного сигнала, измеренная частотомером, Гц;

T_0 — номинальное значение нормированного временного интервала, соответствующего проверяемому коэффициенту развертки, с.

Результат проверки считают удовлетворительным, если величина погрешности калиброванных коэффициентов развертки от 1 нс/дел до 0,1 мкс/дел не превышает $\pm 4\%$, а от 0,2 мкс/дел до 50 мс/дел не превышает $\pm 3\%$.

12.3.6. Проверку времени нарастания переходной характеристики вертикального отклонения осуществляют непосредственно по шкале ЭЛТ путем последовательной подачи на входы « 50 Ω 10 V max» обоих каналов испытательного импульса от генератора И1-16 или от И1-15. Величину изображения импульса по вертикали устанавливают равной 6 делениям шкалы при коэффициенте развертки 1 нс/дел.

Определение времени нарастания переходной характеристики производят для всех значений коэффициента отклонения при

положительной и отрицательной полярностях испытательного импульса.

Время нарастания переходной характеристики измеряют как время, в течение которого амплитуда изображения импульса изменяется от уровня 0,1 до уровня 0,9 установившегося (амплитудного) значения A_1 (рис. 11).

Определение времени нарастания переходной характеристики.

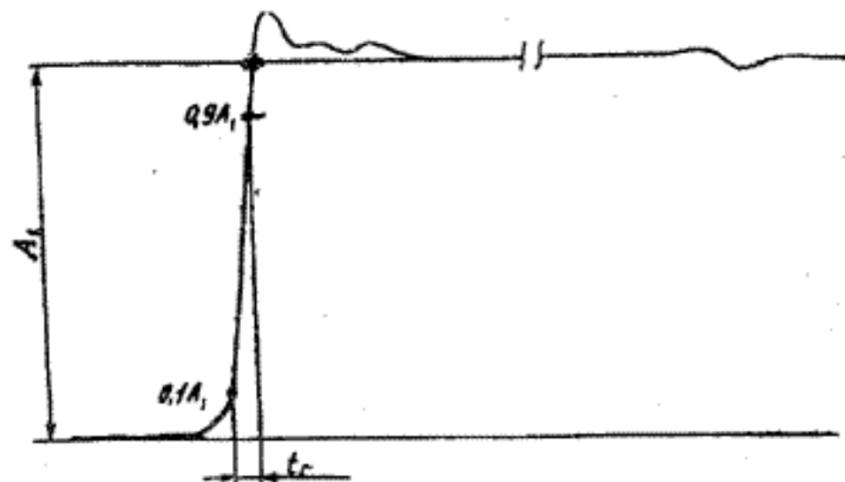


Рис. 11.

Примечание. Время нарастания ПХ осциллографа t_r при длительности фронта испытательного импульса $\tau_{ф0} > 0,25 t_r$ определяется по формуле:

$$t_r = \sqrt{\tau_{ф0}^2 - \tau_{ф0}^2}, \quad (12.8)$$

где $\tau_{ф0}$ — длительность фронта испытательного импульса (время нарастания ПХ между уровнями 0,1 и 0,9 установившегося значения A_1), измеренного непосредственно на экране ЭЛТ.

Время нарастания ПХ осциллографа с активным пробником И22.746.036 и выносным делителем 1:10 И22.727.082 определяется по формуле 12.8 для одного значения коэффициента отклонения равного 0,02 В/дел. При проверке необходимо пользоваться переходом ЯП2.236.002, который предназначен для подключения пробника к разъемам типа СР-50-73.

Результат проверки считают удовлетворительным, если время нарастания переходной характеристики обоих каналов тракта вертикального отклонения не превышает (0,7—0,8) нс для всех значений коэффициента отклонения.

12.3.7. Проверку неравномерности переходной характеристики тракта вертикального отклонения производят с помощью генераторов И1-16 и Г5-75 путем последовательной подачи на входы каналов I и II испытательных импульсов положительной

и отрицательной полярности, соответственно длительностями 100 нс и 10 мс.

Проверка производится при величине изображения импульса по вертикали равной 6 делениям шкалы и коэффициенте отклонения равном 0,02 В/дел.

Неравномерность измеряют на участке переходной характеристики за пределами времени установления (4 нс) и определяют как отклонение (в одну сторону) переходной характеристики от установившегося (амплитудного) значения (рис. 12).

Проверка неравномерности переходной характеристики.

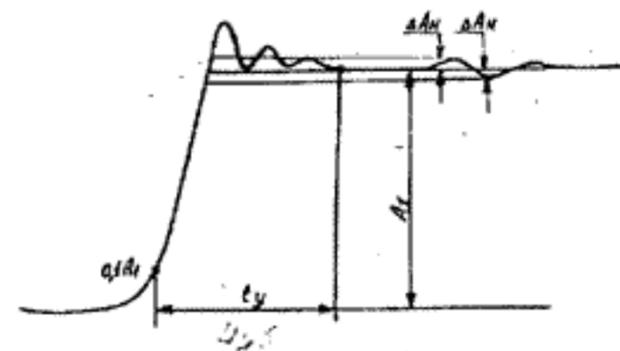


Рис. 12.

Значение неравномерности δ_n , выраженное в процентах от установившегося значения переходной характеристики, вычисляют по формуле:

$$\delta_n = \frac{\Delta A_n}{A_1} \cdot 100, \quad (12.9)$$

где ΔA_n — максимальное отклонение от установившегося значения переходной характеристики, дел;

A_1 — установившееся значение переходной характеристики, дел.

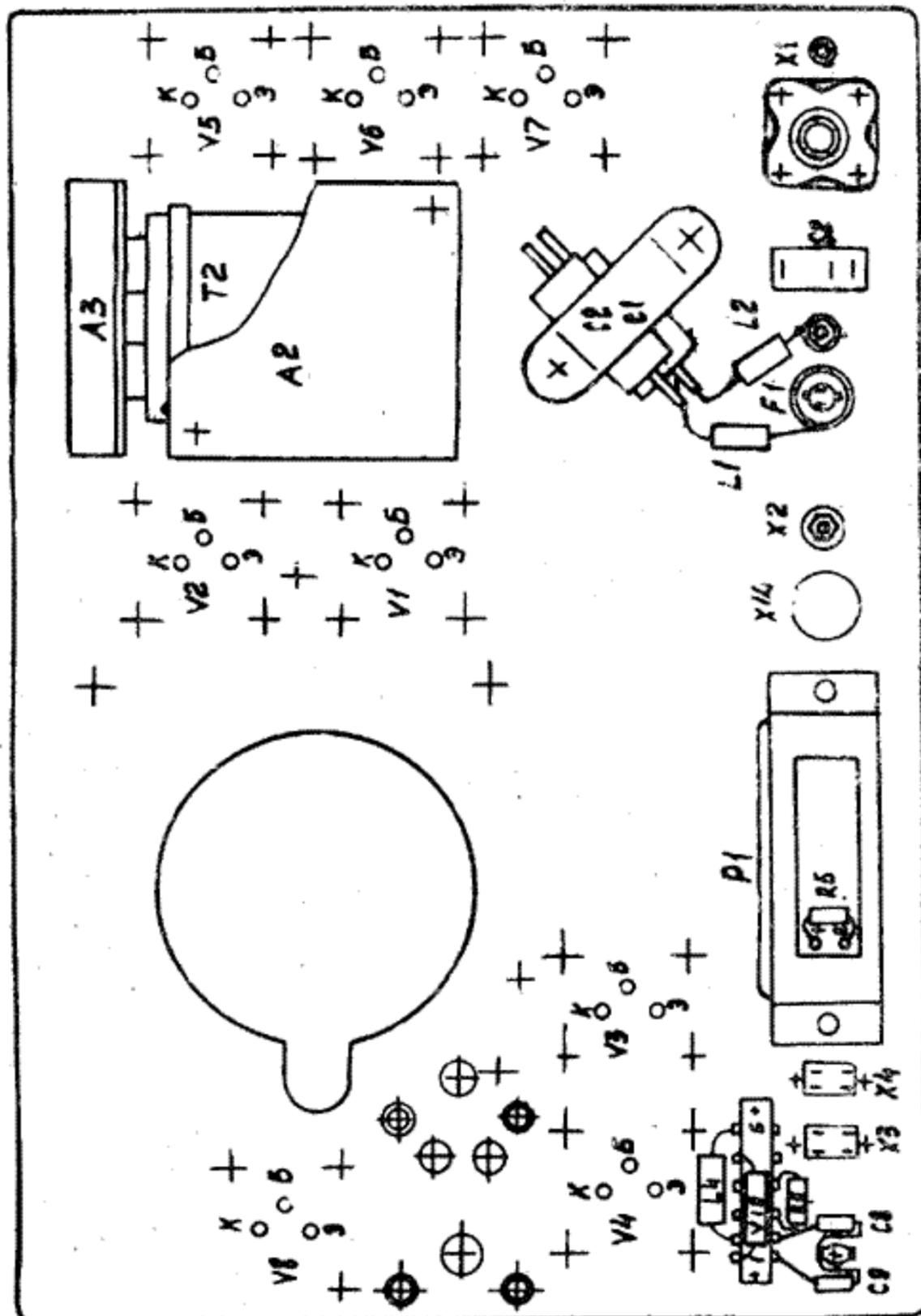
Неравномерность переходной характеристики в диапазоне (15—25) нс, вызванная несогласованностью кабельных соединений, должна исключаться.

Проверку неравномерности ПХ с делителем 1:10 И22.727.082 и активным пробником И22.746.036 производят при коэффициенте отклонения осциллографа 0,01 В/дел.

При проверке необходимо пользоваться переходом ЯП2.236.002, предназначенным для подключения пробника к разъемам типа СР-50-73.

ПРИЛОЖЕНИЕ I

Схема расположения установочных элементов на задней панели блока питания (вид спереди).



ПРИЛОЖЕНИЯ

Схема расположения установочных элементов на задней панели блока питания (вид сверху).

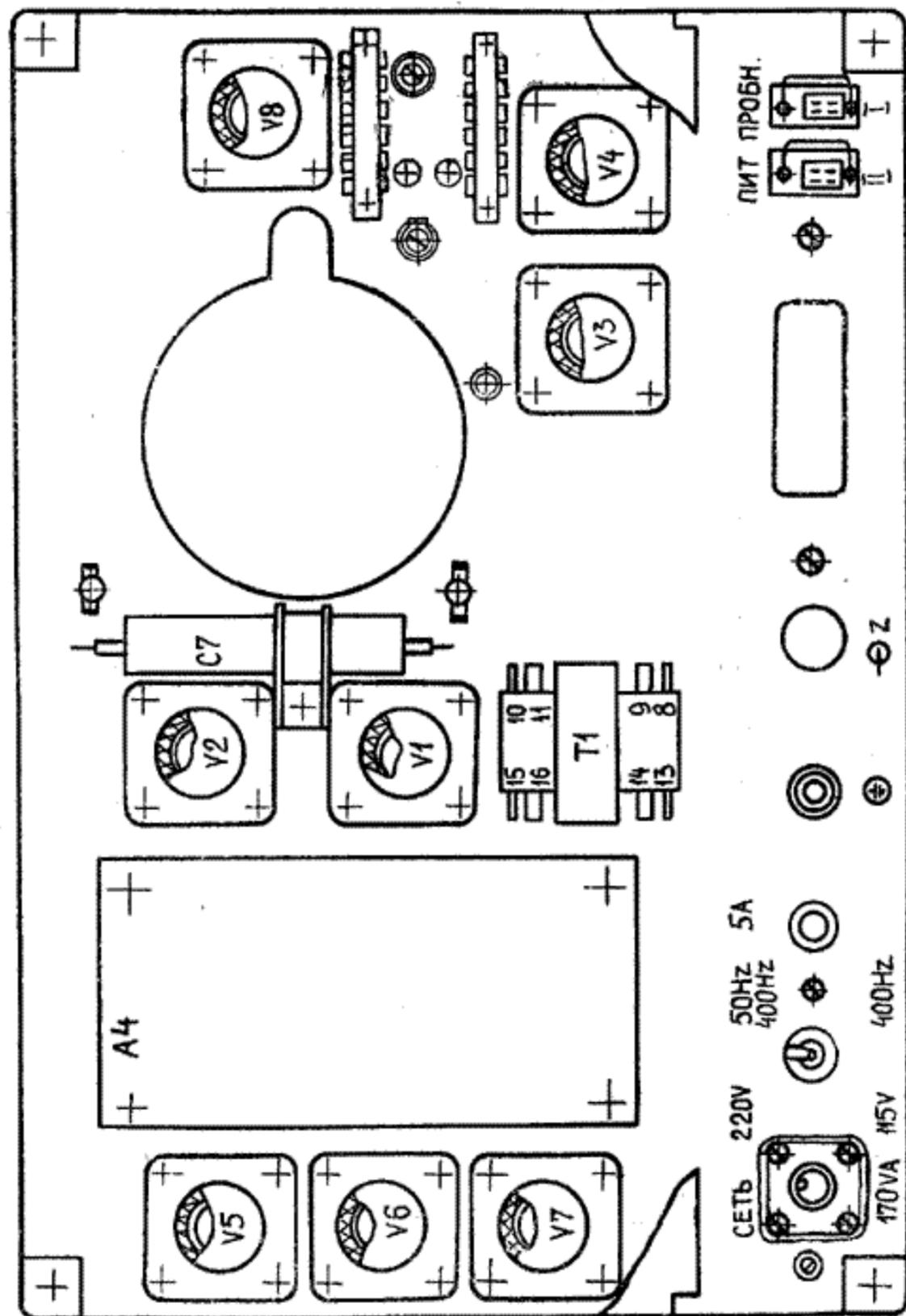
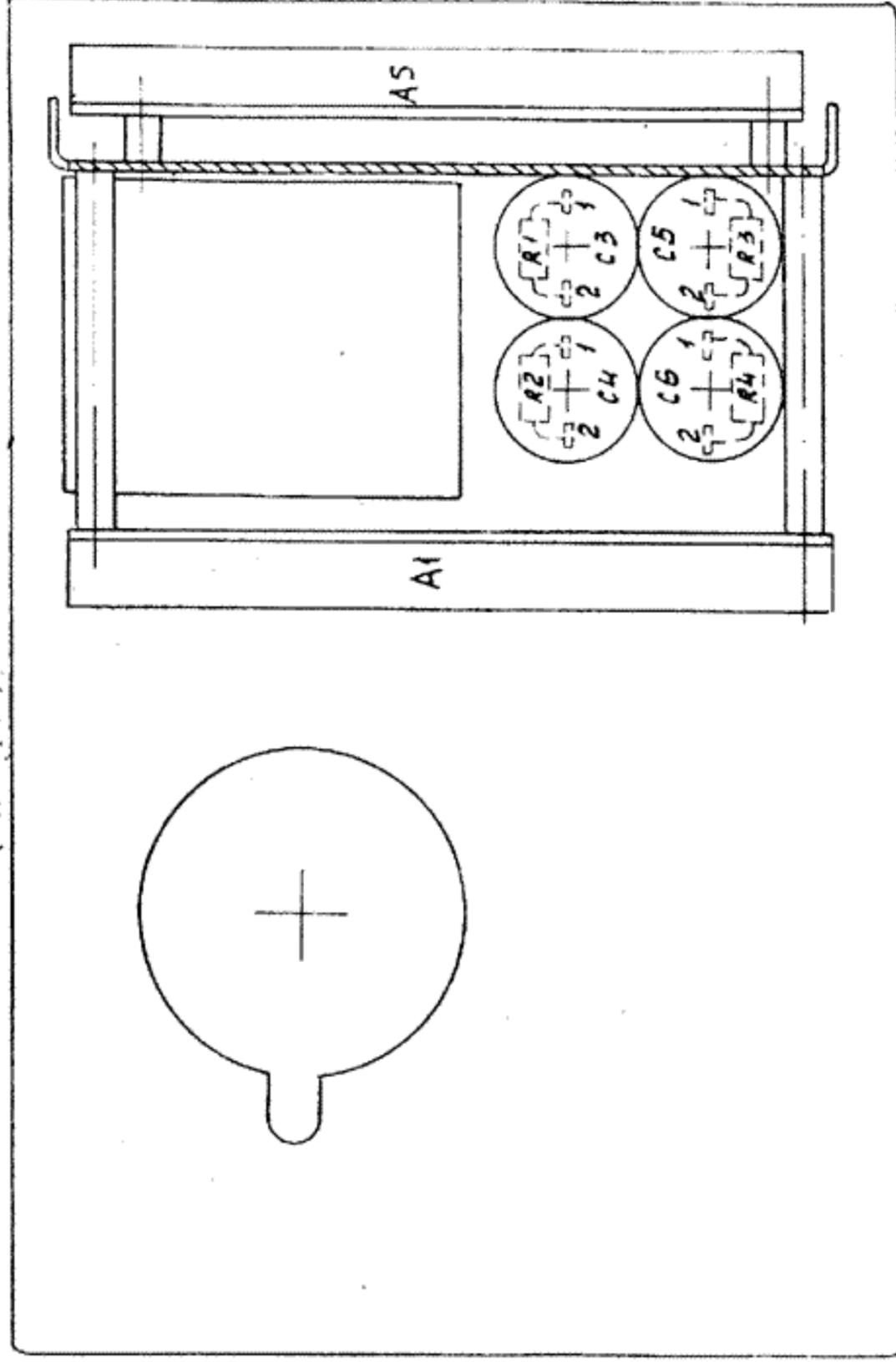


Рис. 10.

Схема расположения печатных узлов, установочных и навесных элементов блока питания.
(вид спереди)



ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Рис. 9.

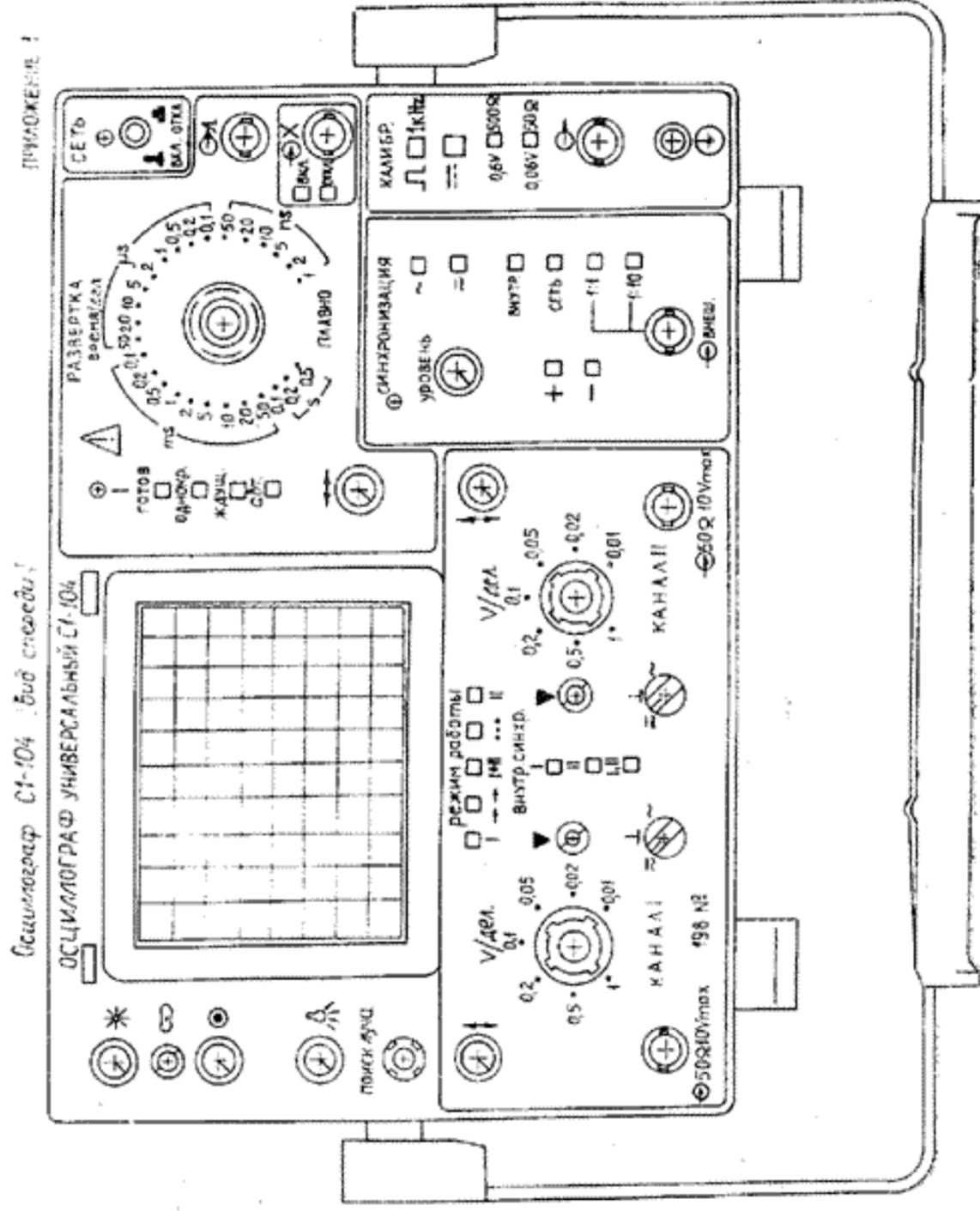


Рис. 1.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Схема расположения установочных и навесных элементов на кронштейне выходного усилителя V (вид справа).

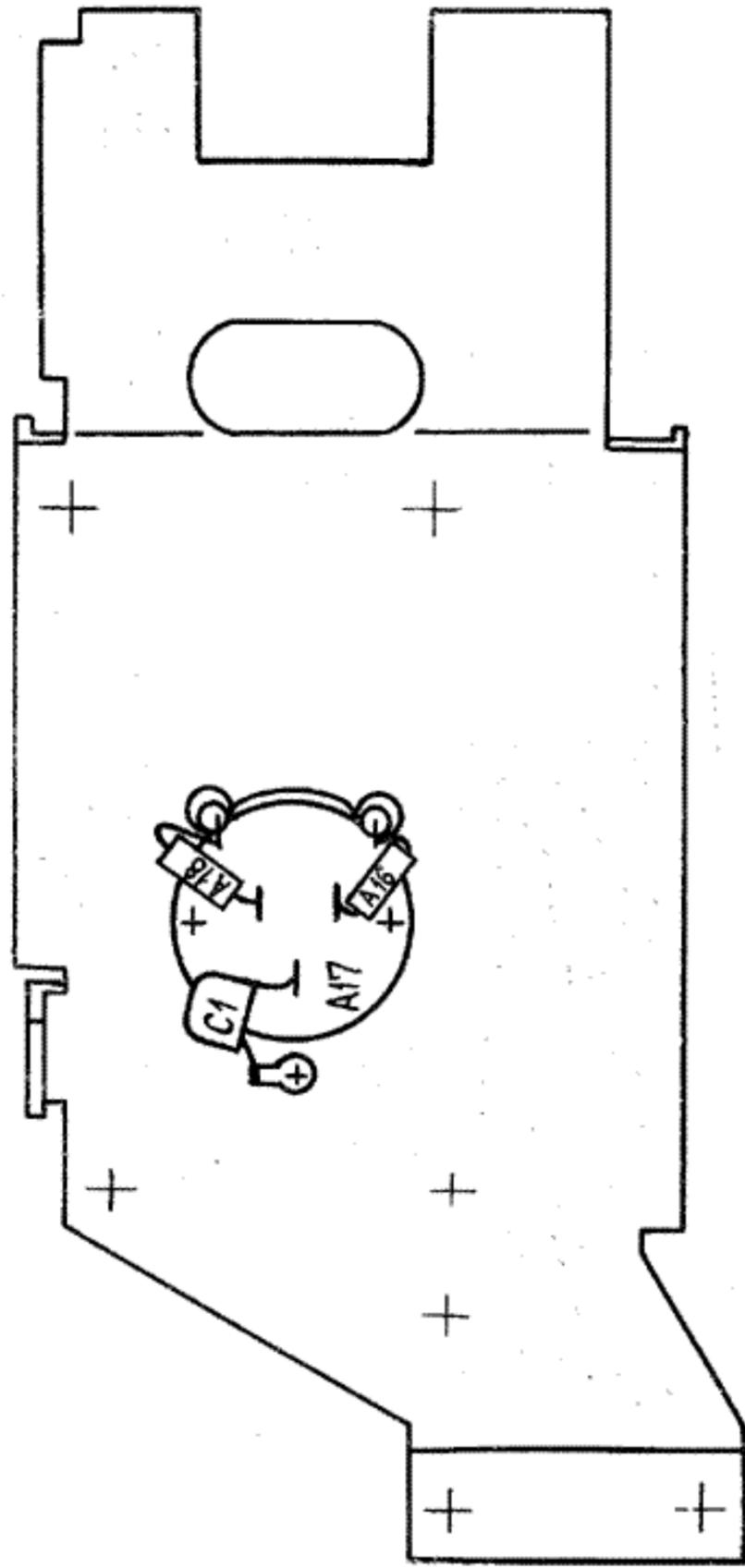


Рис. 8.

ПРИЛОЖЕНИЕ I

Схема расположения высокопотенциальных резисторов
регулировки режима ЭЛТ.

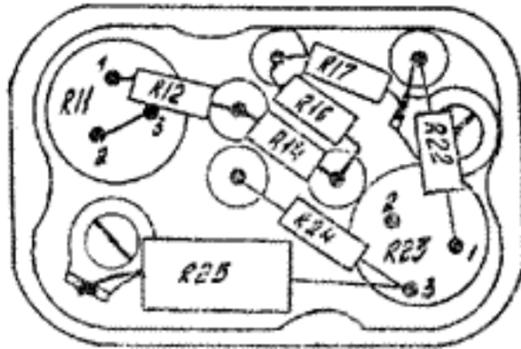


Рис. 7.

СХЕМЫ РАСПОЛОЖЕНИЯ
УСТАНОВОЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ, ПЛАТ
В ПРИБОРЕ

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Схема расположения печатных плат, функциональных узлов и установочных элементов в приборе (вид справа).

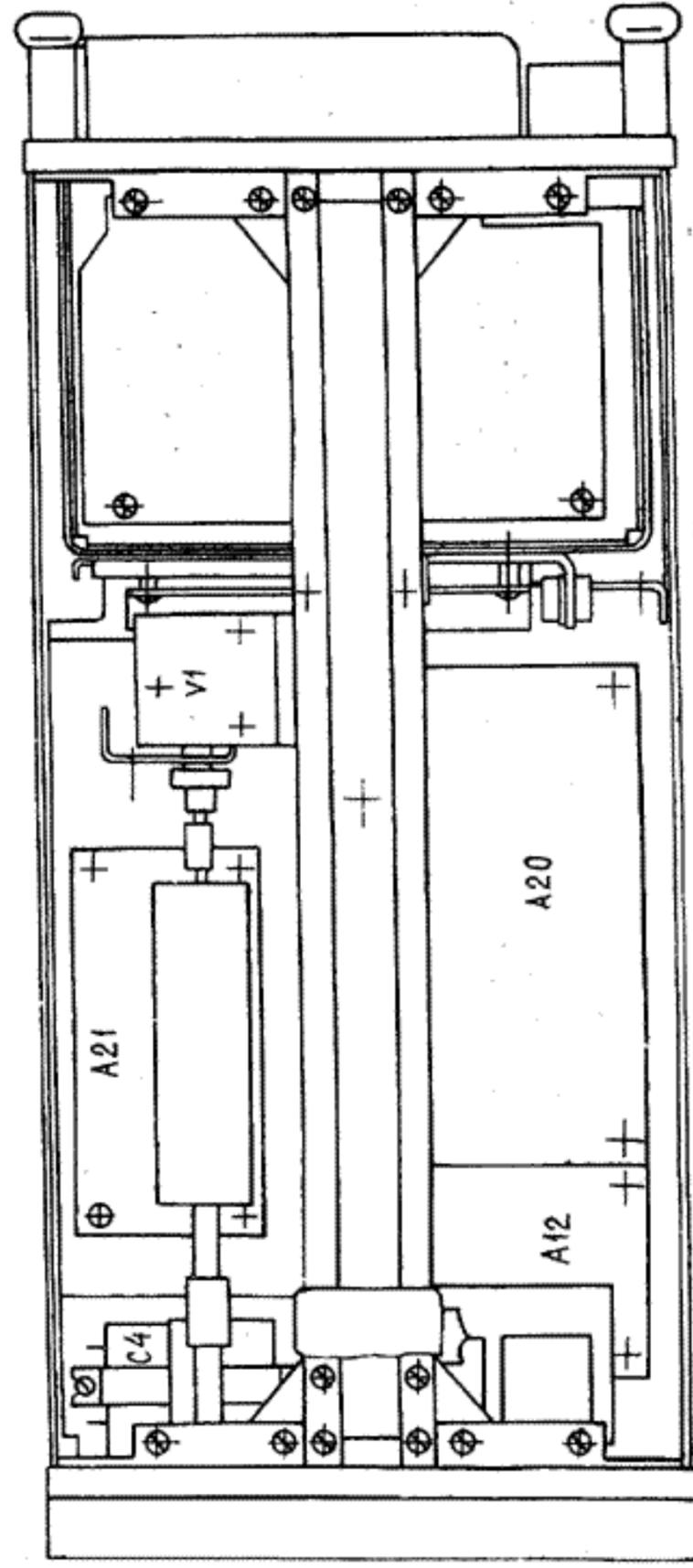


Рис. 6.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Схема расположения печатных плат и функциональных узлов в приборе (вид снизу).

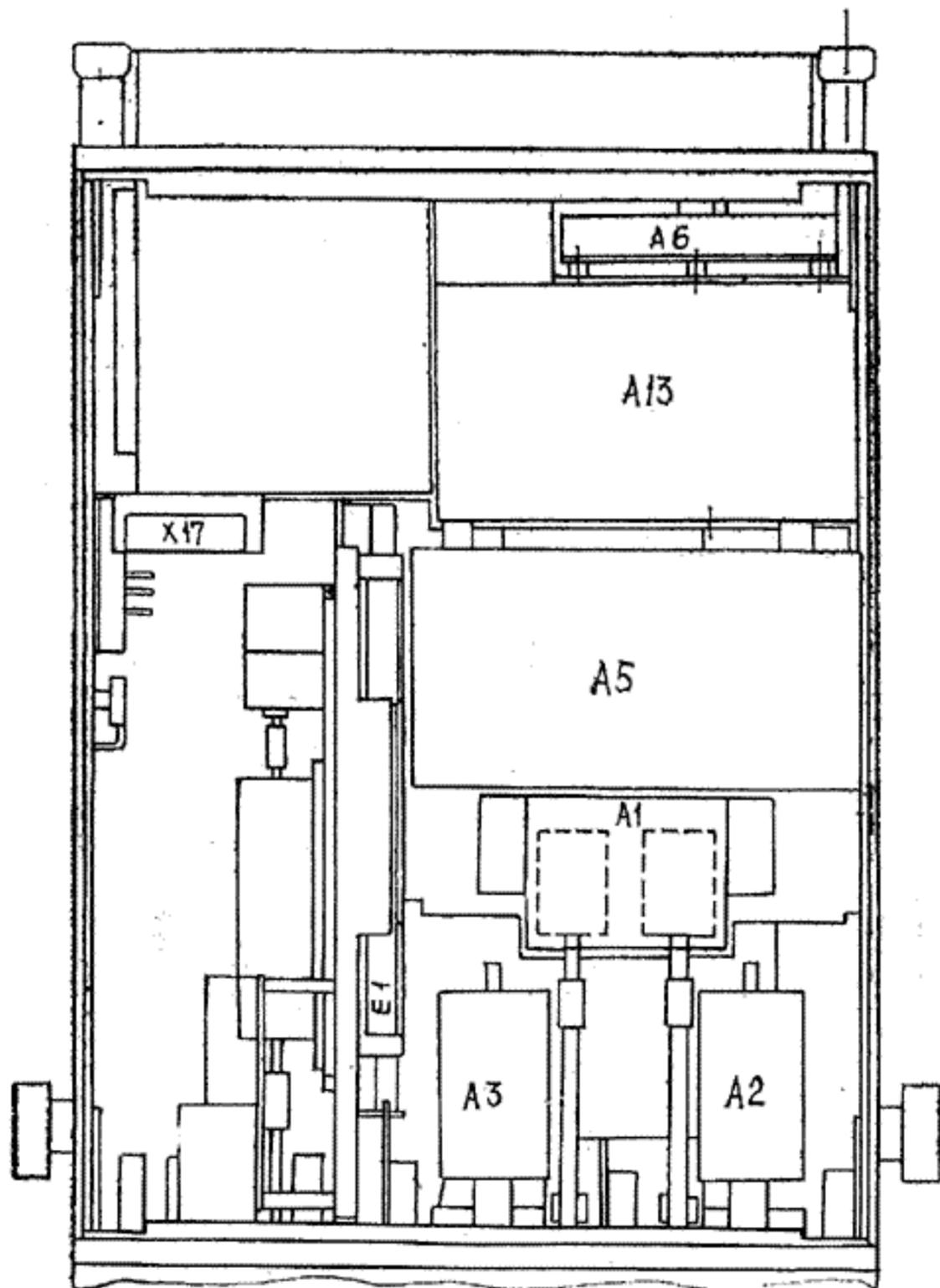


Рис. 5.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Схема расположения установочных элементов на передней панели прибора (вид сзади)

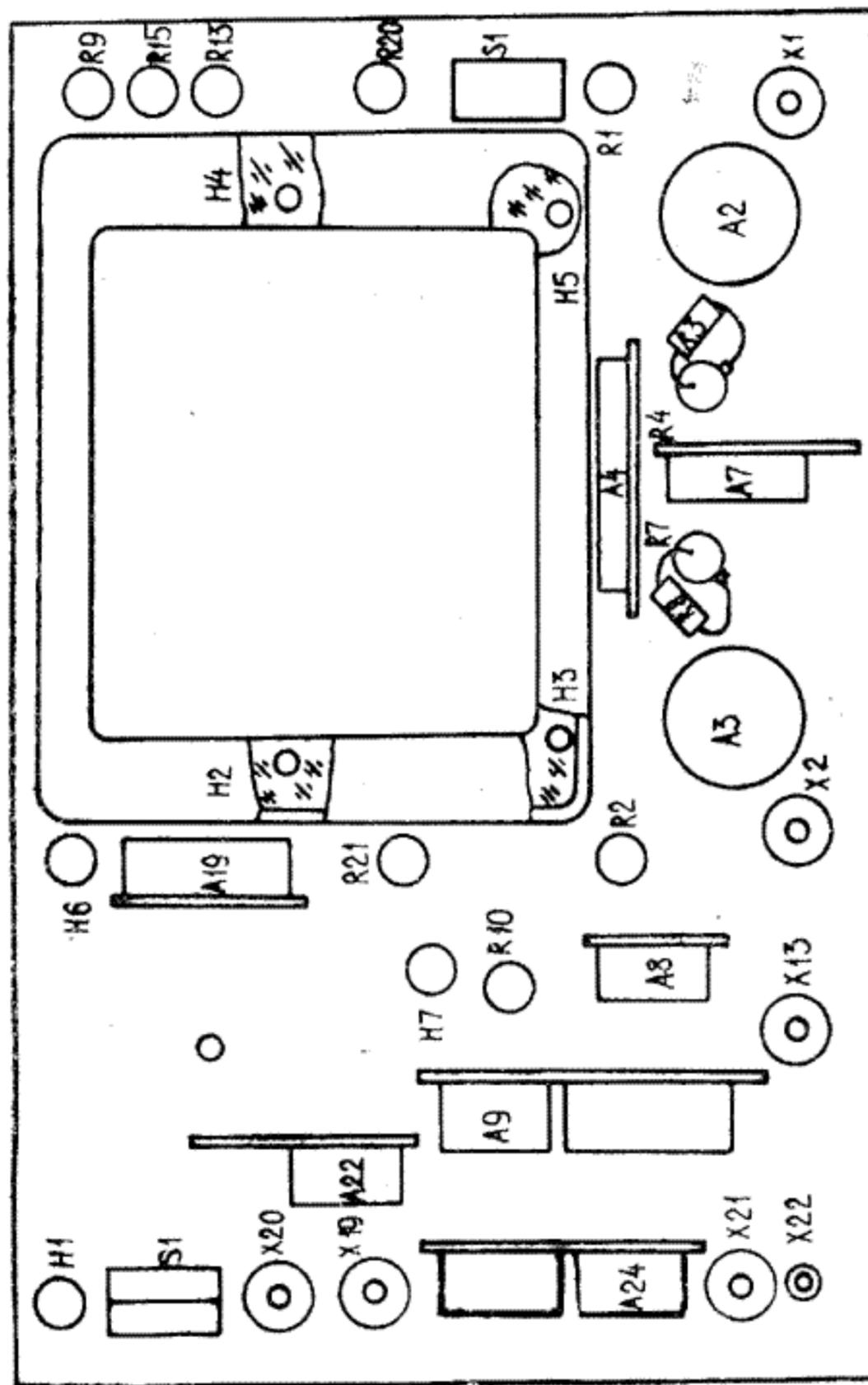


Рис. 2

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Схема расположения печатных плат, функциональных узлов и установочных элементов в приборе (вид сверху).

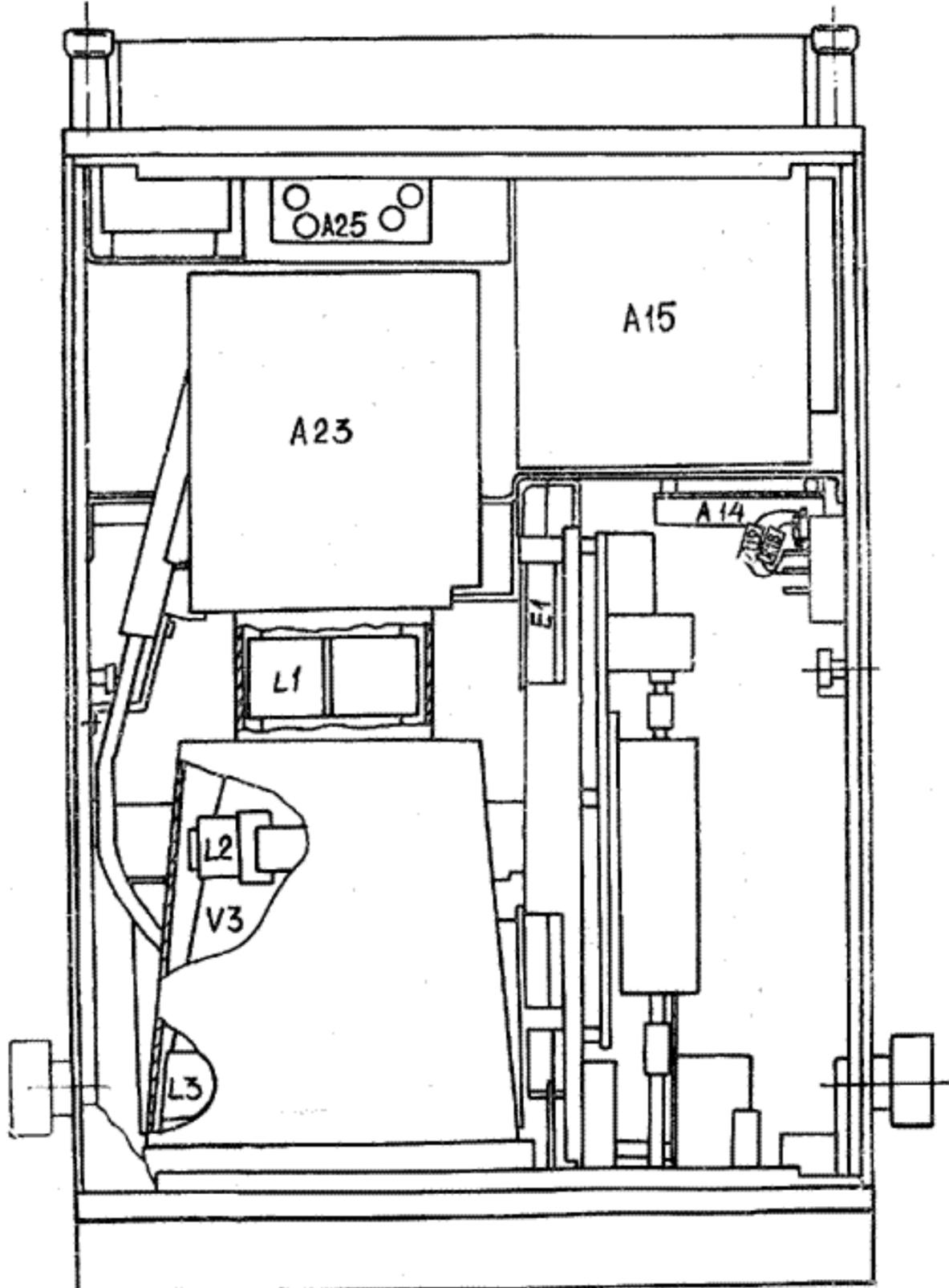


Рис. 3.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Схема расположения печатных плат и функциональных узлов в приборе (вид слева).

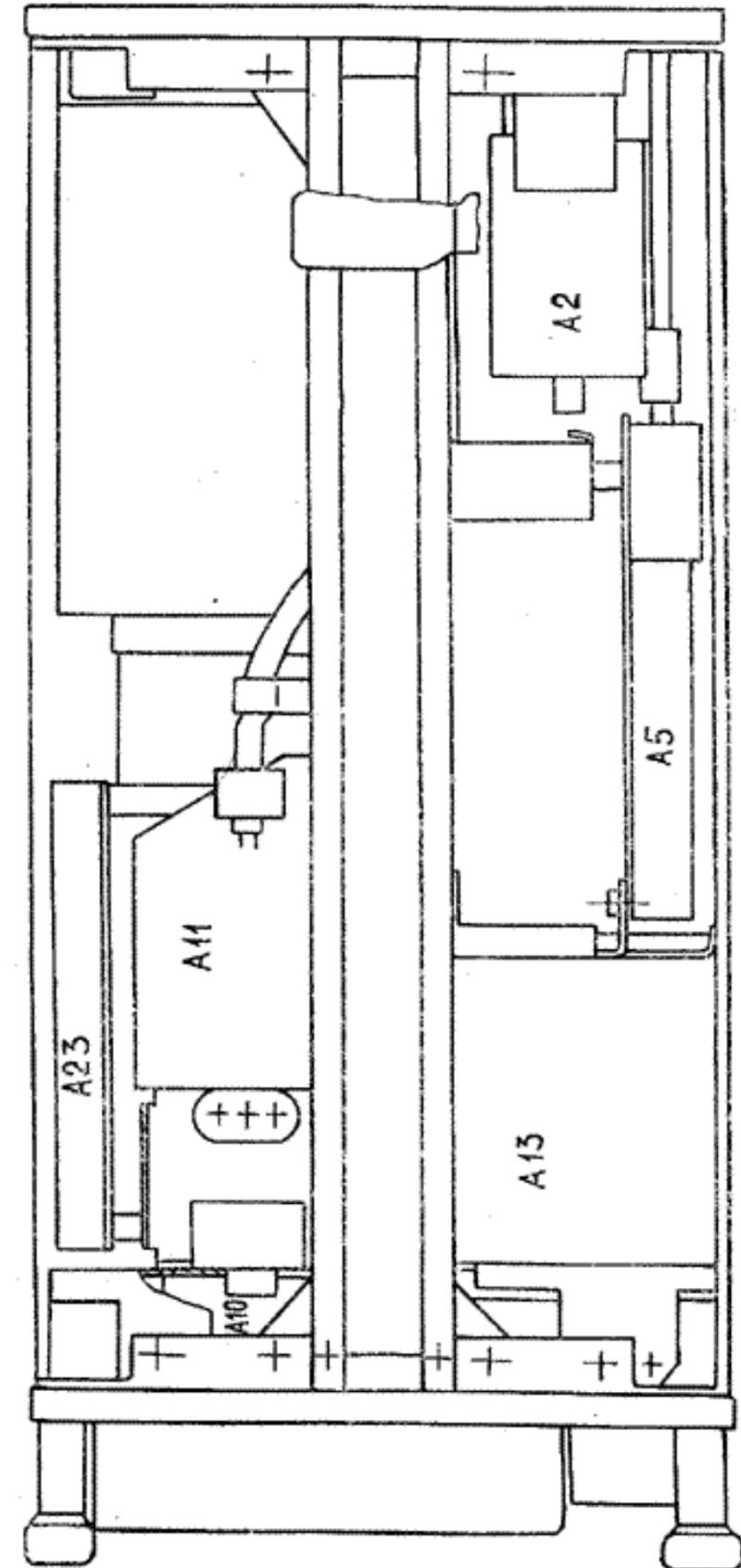


Рис. 4.

ПРИЛОЖЕНИЕ 3 Продолжение табл. 1				
1	2	3	4	5
V44				
V47				
Усилитель Z И22.030.227 33				
V3				
V4				
V5				
V6				

ПРИЛОЖЕНИЕ 1
Схема расположения печатных плат, установочных и навесных элементов
в блоке высоковольтного преобразователя напряжения.

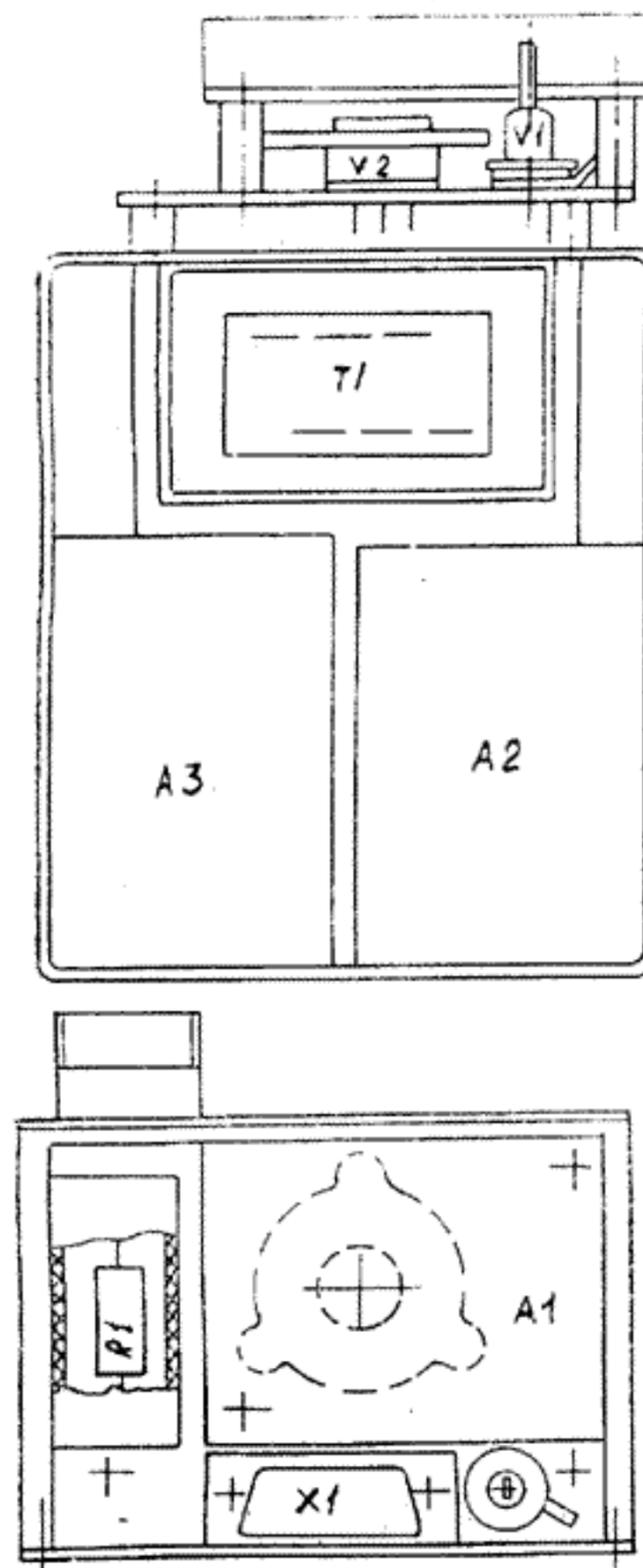


Рис. 12

Карта напряжений на

Поз. обозначение	Тип микросхемы	Напряжение.								
		Номера								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9

Усилитель У

A1	И22.030.223-01	+7,5	+2,2	0	0	-0,8	-0,8	0	0	+2,2
A2	И22.030.223	+7,5	+2,3	+1,9	0	-0,8	-0,8	0	+1,9	+2,3
A3	И22.030.223-01	+9,5	+2,2	0	0	-0,8	-0,8	0	0	+2,2
A4	И22.030.223	+9,5	+2,3	+1,9	0	-0,8	-0,8	0	+1,9	+2,3
A5	ЯП2.030.004-01	+14	+14	+18		+5				
D1	133ЛА3	0	+0,2	+5	+5	+5	0		+5,5	+0,2
D2	133ЛА3	+0,1	0	+5,3	+5,3	+5,3	0		+5,5	0
D4	133ЛА8	+3,1	+0,2	+0,2	+0,2	+1,5	+1,5		+3,1	—
D5	133ЛА8	+4,5	+0,14	0	+2,5	0	+4,5		+2,1	+2,1
D6	133ТМ2	—	+3,8	+5	+1,6	0	+3,8		0	—
D7	133ЛА8	+0,1	0	+3,8	+0,1	+0,5	—	—	+5,3	+1,6

Усилитель У'

A1	ЯП2.030.004	+14	+14	+18	+0,3	+5	+0,3			
A2	И22.030.224	+0,35	-0,4	-0,4	+0,35	+14	+9	+14		
A3	И22.030.224	+14	+13,2	+13,2	+14	+25	+19,5	+25		
A4	И22.030.222	+25	+25	+40	+33	+40	+25	+25	+25	+25

Усилитель

A1	И22.030.224-01	0	-0,8	-0,8	0	+4,5	+2,5	+4,5		
A2	И22.030.224-01	+4,5	+3,7	+3,7	+4,5	+14	+9,5	+14		
A3	И22.030.296	+14	+13,2	+13,2	+14	+21	+25,5	+27	+22	+25,5

ПРИЛОЖЕНИЕ 3
Продолжение табл. 1

	1	2	3	4	5
V36		+15,0	+10,3 +3,2	+9,6 +2,5	
V37	+4,7 +0,6		0	+0,7 +0,2	
V38	+1,2 +0,6		+10 +3,5	+9,2 +2,8	
V41	+0,9		-1,2	-0,5	
V42	+15,0		+9,2 +2,8	+10,0 +3,5	
V43	+5,0		+3,5 -0,6	+4,1 0	

электродах микросхем

В										Примечание
Выводов										
10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
предварительный И22.030.225										
+7,5	+15	+14	+15	+14	+15	+9,5	—	—	—	«РЕЖИМ РАБОТЫ» «I+II» «ВНУТР. СИНХР.» «I, II» То же
+7,5	+15	+14	+15	+14	+15	+9,5	+3,7	+5	+3,7	..
+9,5	+15	+14	+15	+14	+15	+7,5	—	—	—	..
+9,5	+15	+14	+15	+14	+15	+7,5	+3,7	+5	+3,7	..
—	+0,2	+5,5	+5,5	+5						..
—	+0,2	+5,5	+5,5	+5						..
+1,5	—	—	+0,7	+5						..
0	+0,5	+0,5	+5	+5						«РЕЖИМ РАБОТЫ» «I+II»
—	—	—	—	+5						«ВНУТР. СИНХР.» «I, II»
0	+1,6	+5,5	—	+5						
выходной И22.030.226										
										« \updownarrow » в среднем положении «РЕЖИМ РАБОТЫ» «II» «ВНУТР. СИНХР.» «II»
синхронизации И22.075.033										
+21										

ПРИЛОЖЕНИЕ 3
Продолжение табл. 1

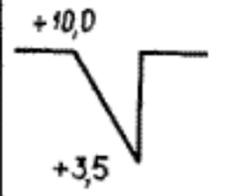
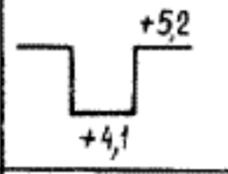
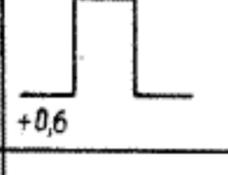
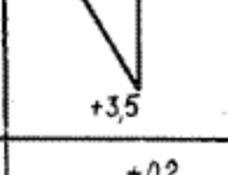
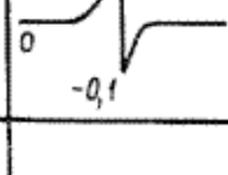
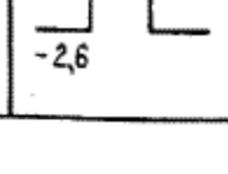
1	2	3	4	5
V27	+5,0	+4,1	+4,7	
V31	+10,3	+15,0	+14,4	
V32	+6,2	+5,7	+6,4	
V33	-2,5	+5,7	+5,0	
V34	0	+3,6	+5,6	
V35	+6,4	-1,2	-0,7	

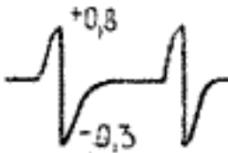
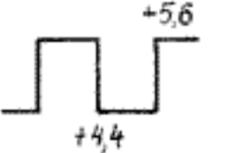
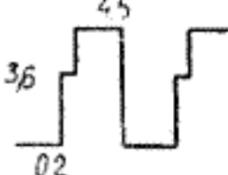
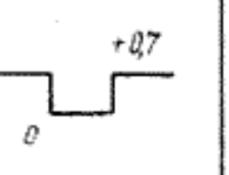
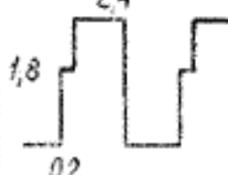
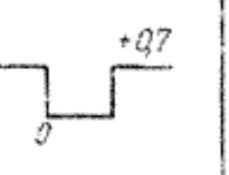
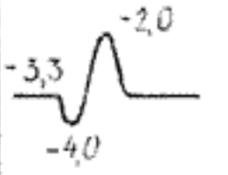
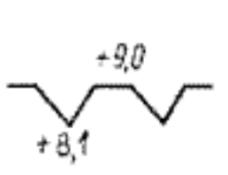
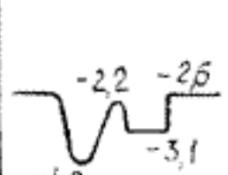
ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Таблица 2

Карта напряжений на электродах транзисторов

Позиционное обозначение	Тип транзистора	Напряжение, В			Примечание
		коллектор	эмиттер	база	
Калибратор И22.085.041					
V2	2Т326А	0	+ 5,8	+6	---
V3	2Т326А	+1,1	+ 5,8	+ 5,0	
Коммутатор входа X И22.242.055					
V7	2Т316Б	+ 4,8	+0,38	+1,1	ВКЛ
Блок питания И22.087.442					
V3	2Т903Б	+65	+49	+50	Относительно минус С4 (И22.087.442 Э3)
V4	2Т903Б	+16	+ 0,2	+ 0,7	
V5	2Т903Б	+20	+15	+15,5	
V6	2Т903Б	+ 5,5	0	+ 0,7	
V7	2Т903Б	+ 8,2	+ 5	+ 5,7	
V8	2Т903Б	+46	+27	+27,5	
V9	2Т827А	+800	+270	+270,5	
Стабилизатор И23.233.182					
V5	2Т603А	+16	- 0,3	0	
V7	2Т603А	+20	+15,5	+16	
V8	2Т603А	+16	0	+ 0,6	
V9	2Т201А	+50,5	+40	+40,5	
V10	2Т201А	+ 1,5	-10	- 9,5	
V11	2Т602Б	+65	+50	+50,5	
V12	2Т602Б	+16	+ 0,7	+ 1,5	
V13	2Т603А	+ 8,2	+ 5,7	+ 6,2	
V14	2Т201А	+ 6,2	0	+0,2	
V20	2Т603А	+50,5	+48	+48,3	
V21	2Т603А	+ 1,5	0	+ 0,3	

ПРИЛОЖЕНИЕ 3 Продолжение табл. 1				
1	2	3	4	5
V 19		<u>+ 14,6</u>	<u>+ 13,8</u>	
V 21		<u>+0,2</u>	<u>+0,94</u>	
V 23		<u>-0,5</u>	<u>+0,4</u> <u>+0,3</u> <u>+0,28</u> <u>+0,2</u>	
V 24		<u>0</u>	<u>+0,6</u> <u>+0,35</u>	
V 25		<u>+ 9,8</u>	<u>+ 9,1</u>	
V 26		<u>+5,7</u> <u>+4,9</u>	<u>+5,1</u> <u>+4,1</u>	

ПРИЛОЖЕНИЕ 3 Продолжение табл. I				
1	2	3	4	5
V6			<u>+5,0</u>	
V8		<u>0</u>		
V9		<u>0</u>		
V12			<u>+8,2</u>	
V13		<u>-14,0</u>	<u>-13,0</u>	
V16	<u>-13,0</u>	<u>+0,7</u>	<u>0</u>	

Позиционное обозначение	Тип транзистора	Напряжение, В			Примечание
		коллектор	эмиттер	база	
V22	2Т201А	+48	+40	+40,5	
V23	2Т201А	0	-10	-9,5	
V28	2Т603А	-5	-9	-8,8	
V29	2Т603А	+46	+24,5	+24,9	
V30	2Т208М	-8,8	+14,2	+14	
V31	2Т201А	+14	0	+0,3	
A1	2ТС613А				
A1-1		+1	-15,3	-15	
A1-2		+1	-9,5	-9	
A1-3		+5,5	+0,5	+1	
A1-4		0	-9,5	-9	
Усилитель И22.032.098-03					
T1	П308	+0,5	-14,7	-14,3	
T2	П308	+0,5	-14,9	-14,7	
T3	П308	+1	+0,3	+0,5	
T4	2Т602Б	+15	+0,3	+1	
Преобразователь И23.215.163					
V10	2Т603Б	+0,7	0	+0,2	
V19	2Т603Б	+3	0	+0,05	
Генератор развертки (И22.211.055 Э3)					
V1	2Т363А	-2,0	-1,9	-2,6	Коммутатор входа «Х» в положение «ВКЛ.»
V3	2Т316Б	5,0	0	0	
V4	2Т316Б	10	-1,9	-2,6	
V5	2Т316Б	-3,0	+3,3	-2,5	
V6	2Т363А	0,1	5,6	5,0	
V8	2Т316Б	3,6	0	0,7	
V9	2Т316Б	2,4	0	0,12	
V12	2Т363А	-3,3	9,0	8,3	
V13	2Т312Б	-3,0	-13,7	-13,0	
V16	2Т363А	-13,0	0,7	0	
V19	2Т363А	10	14,6	13,8	

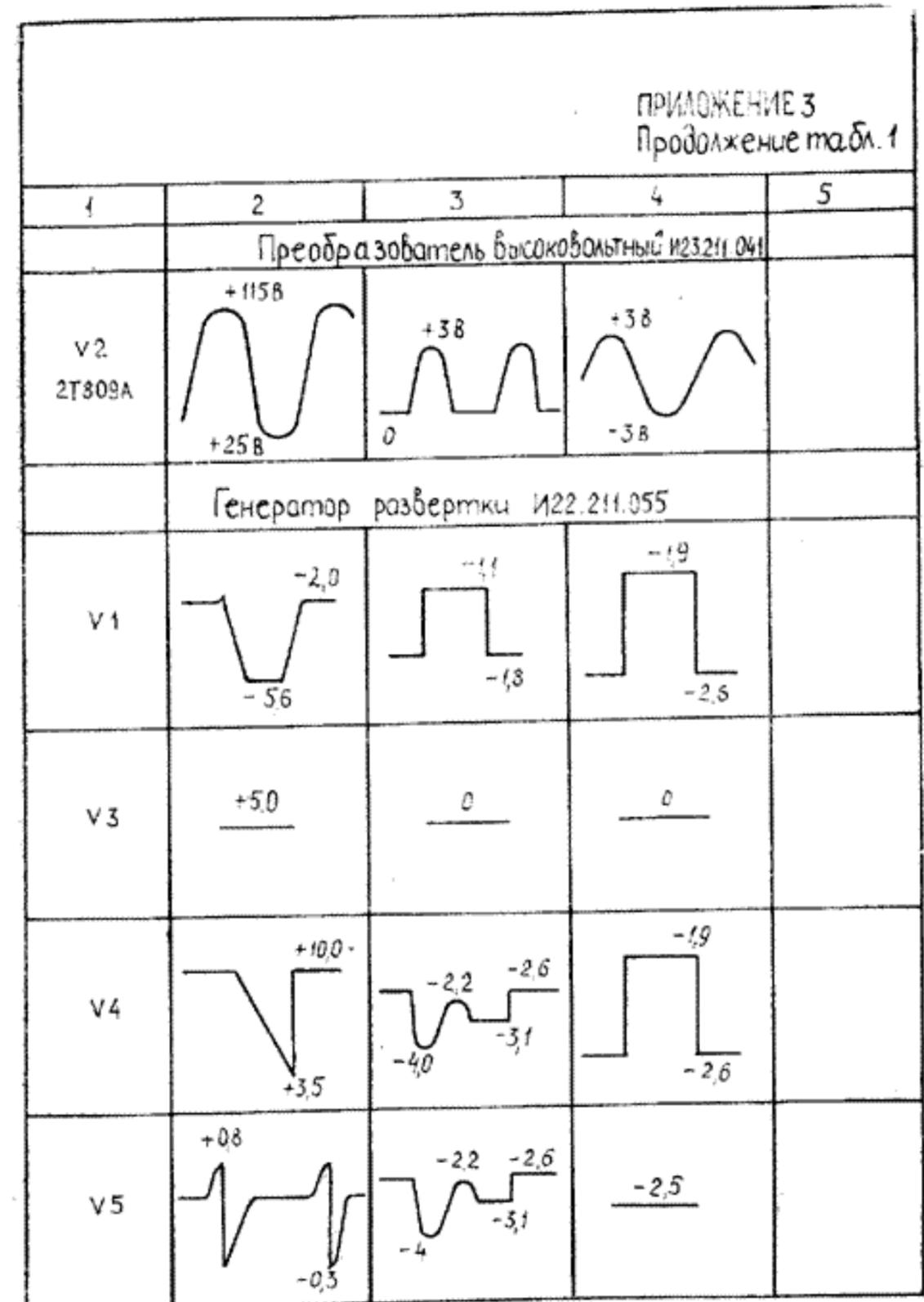
Продолжение табл. 2

Позиционное обозначение	Тип транзистора	Напряжение, В			Примечание
		коллектор	эмиттер	база	
V21	2Т316Б	5,2	- 0,5	0	
V23	2Т316Б	0,6	- 0,5	0,3	
V24	2Т316Б	10	0	0,6	
V25	2Т363А	0	6,5	5,7	
V26	2Т363А	- 2,6	5,7	5,2	
V27	2Т316Б	4,9	0	0,6	
V31	2Т363А	3,3	15,0	14,3	
V32	2Т316Б	6,2	5,7	6,4	
V33	2Т363А	- 2,5	5,7	5	
V34	2Т363А	0	4,2	5,6	
V35	2Т316Б	6,4	- 1,2	- 0,7	
V36	2Т316Б	15	3,7	4,4	
V37	2Т316Б	0,6	0	0,4	
V38	2Т326Б	0,7	10	9,3	
V41	2Т316Б	-0,9	- 1,2	- 0,5	
V42	2Т355А	14	9,3	10	
V43	2Т316Б	5	- 0,7	0	
V44	2Т363А	4,1	4,2	3,5	
V47	2Т363А	- 5,0	4,8	4,1	

Переключатель режима работы в положение «ЖДУЩ.», а переключатель «ВРЕМЯ/ДЕЛ.» в положение «2 ms».

Усилитель Z (И22.030.227 ЭЗ)

V3	2Т363А	- 4,3	0,7	0
V4	2Т355А	4	- 0,7	0
V5	2Т355А	- 0,7	- 4,9	- 4,3
V6	2Т355А	5	3,4	4
V8	2Т363А	- 3	4	3,4
V9	2Т355А	5,7	0	0,7
V10	2Т632	12	81	80
V11	2Т638	12	5,7	6,4



Позиционное обозначение	Тип транзистора	Напряжение, В			Примечание
		коллектор	эмиттер	база	
Усилитель X (И22.035.368 Э3)					
V6	2Т363А	0	6,6	5,9	Коммутатор входа «Х» в положение «ВКЛ.», точка в центре экрана.
V7	2Т363А	0,4	7,4	6,8	
V8	2Т363А	- 0,4	6,0	6,6	
V9	2Т363А	- 6	0	- 0,7	
V11	2Т363А	- 5,9	0	- 0,7	
V12	2Т363А	-15	- 5,5	- 6	
V13	2Т355А	0	- 6,6	- 5,9	
V17	2Т363А	-11	- 4,8	- 5,6	
V18	2Т355А	1,4	- 7,3	- 6,6	
V19	2Т363А	- 5,2	1,4	0,7	
V21	2Т355А	1,4	- 1,4	- 0,7	
V27	2Т638	60	1,5	2,0	
V28	2Т632	60	100	99	
V29	2Т638	36	- 5,2	- 4,7	
V31	2Т632	36	100	99	

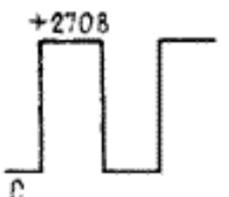
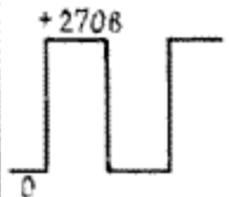
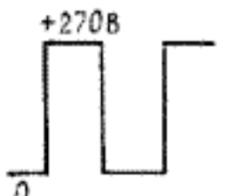
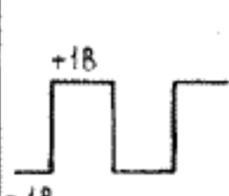
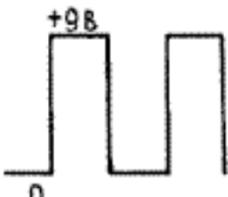
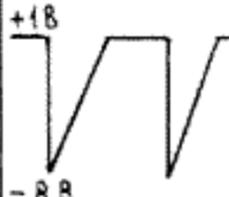
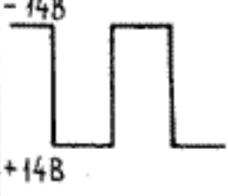
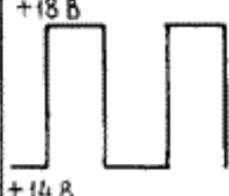
Таблица 8

Карта напряжений на электродах полевых транзисторов

Позиционное обозначение	Тип транзистора	Напряжение, В			Примечание
		сток	исток	затвор	
Генератор развертки (И22.211.055 Э3)					
V12	2П303Е	5,0	0,6	0,8	

ПРИЛОЖЕНИЕ 3
Таблица 1

Форма импульсных напряжений на электродах транзисторов

Позиционное обозначение	Коллектор	Эмиттер	База	Примечание
1	2	3	4	5
Блок питания И22.087.442				
V1 2Т 809А	—			Напряжения измерены относительно эмиттера транзистора V2
V2 2Т 809А		—		Напряжения измерены относительно эмиттера транзистора V2
Преобразователь И23.215.163				
V2, V3 2Т201А		—		
V13, V14 2Т208М		—		

ПРИЛОЖЕНИЕ 2
Таблица 4

Карта напряжений на однопереходных транзисторах

Позиционное обозначение	Тип транзистора	Напряжение, В			Примечание
		база	эмиттер	база	
Стабилизатор И23.233.182					
V6	2Т117В	+50	+48	+54	
Преобразователь И23.215.163					
V6	2Т117В	0	-0,7	-0,1	

Примечания:

1. Все напряжения, приведенные в таблицах 1—4, указаны относительно корпуса прибора.
2. Напряжения до 1 кВ измеряются цифровым вольтметром В7-16А.
3. Все измерения проводятся при номинальном напряжении сети.
4. Значения напряжений на электродах могут отличаться от указанных не более, чем на 20% $\pm 0,5$ В.

ПРИЛОЖЕНИЕ 2
Таблица 5

Карта напряжений на электродах ЭЛТ V3

Номера выводов	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	V	IX	X	XI
	Напряжение, В	$\sim 6,3$	-2500	-2600	-750 -900	-500 -650	-150 +125	0	-60 +60	-850 -1150	-60 +60	-100 +100	-	-	-800	$\sim 6,3$	0	-600 -800	+130

Примечания:

1. Все напряжения, приведенные в таблице 5 указаны относительно корпуса прибора, кроме напряжения вывода 1, которое указано относительно вывода 15.
2. Напряжения до 1 кВ измеряются цифровым вольтметром В7-16А, а напряжения более 1 кВ — киловольтметрами С502, С196.
3. Все измерения проводятся при номинальном напряжении сети.
4. Значения напряжений на электродах могут отличаться от указанных не более чем на 10 % за исключением выводов 2, 3.
5. Выводы 1, 15 находятся под потенциалом минус 2 500 В.

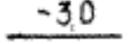
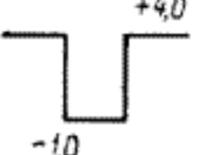
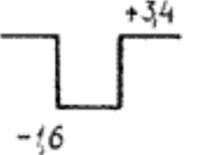
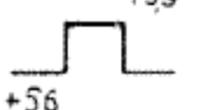
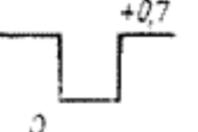
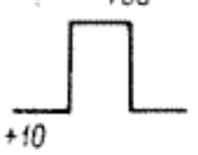
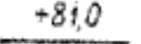
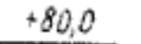
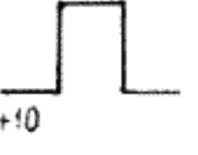
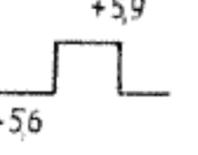
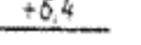
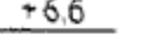
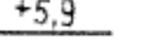
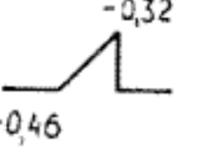
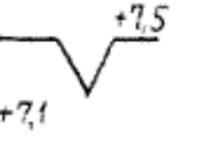
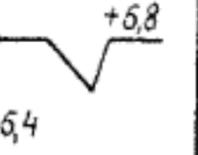
Таблица 6

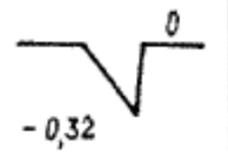
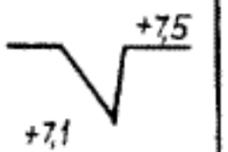
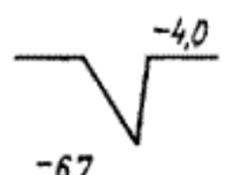
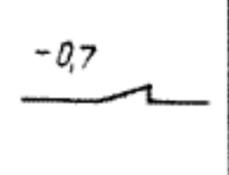
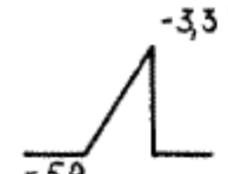
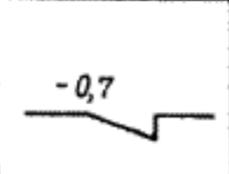
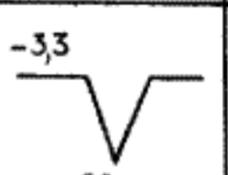
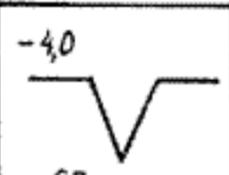
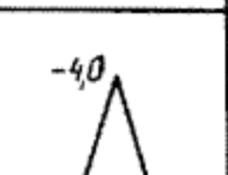
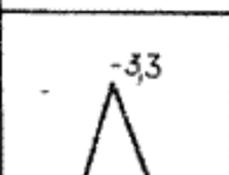
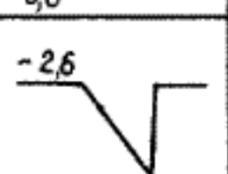
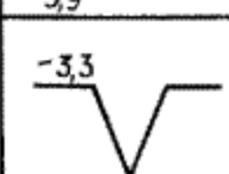
Карта напряжений пробника активного
И22.746.033

Проверяемая точка	Напряжение, В	Примечание
Точка 4	+7,5	Без нагрузки
Точка 5, 5а	-15	
Выход X2	+4,6 В ÷ -3,8 В	

Примечания:

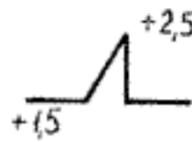
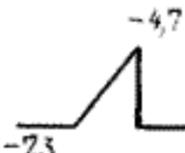
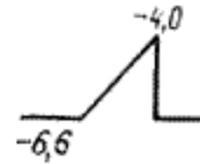
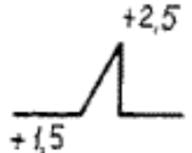
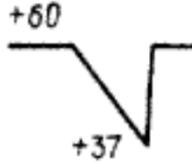
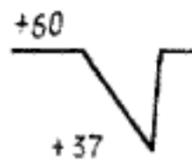
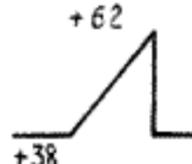
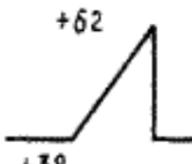
1. Напряжения указаны относительно корпуса.
2. Напряжения измеряются цифровым вольтметром В7-16А.
3. Все измерения проводятся при номинальном напряжении сети.
4. Значения напряжений могут отличаться от указанных не более, чем 20% $\pm 0,5$ В.

ПРИЛОЖЕНИЕ 3 Продолжение табл. 1				
1	2	3	4	5
V8				
V9				
V10				
V11				
Усилитель X И22.035.368 93				
V6				
V7				

ПРИЛОЖЕНИЕ 3				
Продолжение табл. 1				
1	2	3	4	5
V8			<u>+6,6</u>	
V9		<u>0</u>		
V11		<u>0</u>		
V12	<u>+15,0</u>			
V13	<u>0</u>			
V17	<u>-10,5</u>			

Зак. 2904,

ПРИЛОЖЕНИЕ 3
Продолжение табл. 1

1	2	3	4	5
V18				
V19	<u>-5,2</u>	<u>+1,4</u>	<u>+0,7</u>	
V21		<u>-1,4</u>	<u>-0,7</u>	
V27		<u>+1,5</u>	<u>+2,0</u>	
V28		<u>+100</u>	<u>+99</u>	
V29		<u>-5,2</u>	<u>-4,7</u>	
V31		<u>+100</u>	<u>+99</u>	

ПРИЛОЖЕНИЕ 3 Продолжение табл. 1				
1	2	3	4	5
Калибратор И22.085.041				
V2				
V3			—	

ПРИЛОЖЕНИЕ 3 Таблица 2 Форма импульсных напряжений на электродах полевых транзисторов				
Позицион- ное обозна- чение	Сток	Исток	Затвор	Примечание
Генератор развертки И22.211.055 93				
V17	+5,0 —			

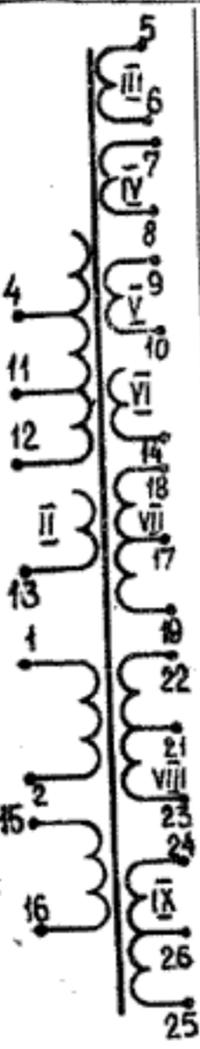
Перечень наименований элементов и обозначений документов,
на основании которых применены данные элементы

Наименование элемента	Обозначение документа (ТУ, ОСТ и др.)
Лампа СМН	ТУ16.675.223-87
Вставка плавкая ВП1	ОЮ0.480.003 ТУ
Вставка плавкая ВПМ2	ТУ25-04-3309-77
Переход СР-50-95 ФВ	ВР0.364.013 ТУ
Магнитопровод М2000 НМ1-17	ПЯ0.707.094 ТУ
Сердечник М1000 НН-5	УВ0.707.050 ТУ
Сердечник М2500 НМС1-5	ПЯ0.707.201 ТУ доп. 1
Сердечник М2500 НМС1-2	ПЯ0.707.882 ТУ

По требованиям к электробезопасности прибор удовлетворяет нормам ОСТ4.275.003-77 «Приборы электронные измерительные. Требования электробезопасности. Методы испытаний», класс защиты 01.

ПРИЛОЖЕНИЕ 4

Трансформатор И24.730.280

Схема обмотки	Номер обмотки	Номер вывода	Напряжение, В		Ток, А		Число витков	Марка и диаметр провода	Рабочая частота, Гц
			U _{x/x}	U _{пер}	I _{x/x}	I _{пер}			
	X	1-2	2,75	2,7	0,05	2	ПЭТВ 0,280	20±1 кГц	
	XI	15-16	2,75	2,7	0,05	2			
	I	3-12	149	—	0,74	108	ПЭТВ-2 0,450		
		4-12	145	145		105			
		11-12	142	—		103			
	II	13	—	—	экран	1 слой	фольга 0,05		
	III	5-6	65	63	0,65	47	ПЭТВ 0,400		
	IV	7-8	65	63	0,2	47	ПЭТВ 0,224		
	V	9-10	112	110	0,06	81	ПЭТВ-2 0,125		
	VI	14	—	—	экран	1 слой	фольга 0,05		
	VII	18-17	23,4	22	0,5	17	ПЭТВ 0,400		
		17-19	23,4	22		17			
		22-21	23,4	22		17			
	VIII	21-23	23,4	22	0,25	8	ПЭТВ 0,280		
		24-26	11	10		8			
	IX	26-25	11	10	0,25	8	ПЭТВ 0,280		

И25.760.012 — катушка

Магнитопровод: сердечник М2500 НМС1-5 П16×13×70
сердечник М2500 НМС1-2 ПК40×16

Рис. 6.

ПРИЛОЖЕНИЕ 5
Таблица 3

Форма импульсных напряжений на электродах микросхем

Проз. обозначение	Усилитель синхронизации И22.075.033.33														Примечание
	Номера выводов														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
A1															
A2															
A3															
D1															
D2															

Генератор разбегки И22.211.055.33

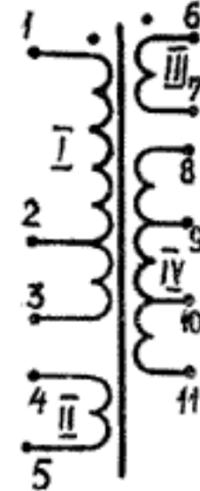
ПРИЛОЖЕНИЕ 3
Продолжение табл. 3

Поз- нач- ние	Усилитель Упреждающий И22.030.225 Э3											Приме- чание
	Номера выводов											
A1	1	2	3	4	5	6	7	12	14	16		"V/AEL" - "0,1" "РЕЖИМ РА- БОТЫ" - "1" "ВНУТР." "ВНУТР." - "1,1"
A2												"V/AEL" - "01" "РЕЖИМ РА- БОТЫ" - "1" "ВНУТР." "ВНУТР." - "1,1"
A3												"РЕЖИМ РА- БОТЫ" - "1" "ВНУТР." "ВНУТР." - "1,1"
A4												"РЕЖИМ РА- БОТЫ" - "1" "ВНУТР." "ВНУТР." - "1,1"
DI												"РЕЖИМ РА- БОТЫ" - "1" "ВНУТР." "ВНУТР." - "1,1"

ПРИЛОЖЕНИЕ 4

Трансформатор И24.730.277

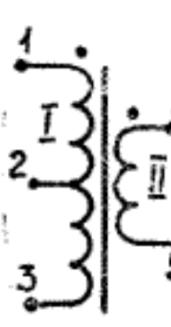
Схема обмотки	Номер обмотки	Номер вывода	Напряже- ние, В		Ток, А		Число витков	Марка и диаметр провода	Рабочая частота, Гц
			$U_{x/x}$ В	$U_{нагр}$ В	$I_{x/x}$	$I_{нагр}$			
I		1-2	32		0,1	0,3	13	ПЭТВ-2 0,355	f _p = 18÷42 кГц
		1-3	34,5	14					
II		4-5	2,46			0,1	1		
III		6-7	7,38	7,0		0,3	3	ПЭВТЛК 0,1	
		8-9	165	160			67		
		8-10	1980	1965			807		
IV		8-11	2185	2170			891		



Сердечник М1000 НН-5
Магнитопровод (заготовка для И27.773.011)
Сердечник М1000 НН-5
(заготовка для И27.076.001)

Рис. 5.

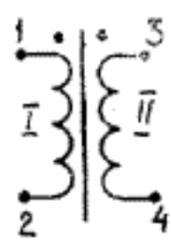
Трансформатор И24.730.243

Схема обмотки	Номер обмотки	Номер вывода	Напряжение, В		Ток, А		Число витков	Марка и диаметр провода	Рабочая частота, Гц
			U _{x/x}	U _{нагр}	I _{x/x}	I _{нагр}			
	I	1-2	4	—	0,03	0,05	30	ПЭТВ-2 0,16	15...25 кГц
		2-3	4	—					
II	4-5	0,133	—	1,0	1	ПЭТВ-2 0,50			

И25.730.243 — катушка
Магнитопровод М2000 НМ1-17
К16×10×4,5-1

Рис. 3.

Трансформатор И24.730.244

Схема обмотки	Номер обмотки	Номер вывода	Напряжение, В		Ток, А		Число витков	Марка и диаметр провода	Рабочая частота, Гц
			U _{x/x}	U _{нагр}	I _{x/x}	I _{нагр}			
	I	1-2	3	—	0,07	0,8	25	ПЭТВ-2 0,50	15...25 кГц
		3-4	3	—					

И25.730.244 — катушка
Магнитопровод М2000 НМ1-17
К20×12×6

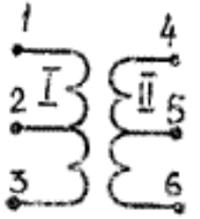
Рис. 4.

Поз. обозначение	Усилитель у преобразительный И22.030.225.33										Примечание	
	Нмбрс выводов											
D2	+2,0	+5,5	+5,5	+5,5	+5,5	+2,0	+2,5	+4,5	+2,0	+5,5	+5,5	"РЕЖИМ РАБОТЫ" "ВНУТР. СИНХР." "I, II"
D4	+2,0	+3,0	+3,0	+12	+12	+2,0	+2,5	+2,5	+2,5	+5,5	+2,0	"РЕЖИМ РАБОТЫ" "ВНУТР. СИНХР." "I, II" "ВРЕМЯ/ДЕЛ." — "20 нс"
D5	+2,0	+3,0	+3,0	+2,5	+2,5	+2,5	+2,5	+2,5	+2,5	+2,5	+2,5	"РЕЖИМ РАБОТЫ" "ВНУТР. СИНХР." "I, II" "ВРЕМЯ/ДЕЛ." — "20 нс"
D6	+3,5	+3,5	+3,5	+3,5	+3,5	+3,5	+3,5	+3,5	+3,5	+3,5	+3,5	"РЕЖИМ РАБОТЫ" "ВНУТР. СИНХР." "I, II" "ВРЕМЯ/ДЕЛ." — "20 нс"
D7	+1,7	+1,7	+1,7	+1,7	+1,7	+1,7	+1,7	+1,7	+1,7	+1,7	+1,7	"—"

ПРИЛОЖЕНИЕ 3
Продолжение табл. 3

Позиц. обозначение	Усилитель У выходной И22.030.226 Э3									
	Номера выводов									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A1	+4,07 +14,0			+14,07 +14,0	+4,62 +4,5		+4,62 +4,5			
A2	+4,62 +4,5			+4,62 +4,5	+14,2 +14,0		+14,2 +14,0			
A3	+14,2 +14,0			+14,2 +14,0	+25,4 +25,0		+25,4 +25,0			
A4	+25,4 +25,0		+42,5 +37,5		+42,5 +37,5		+25,4 +25,0	+25,4 +25,0		+25,4 +25,0

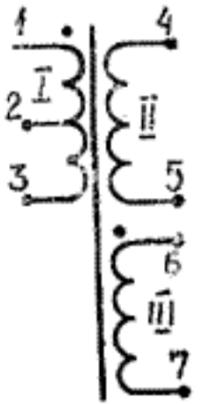
Трансформатор И24.730.201

Схема обмотки	Номер обмотки	Номер вывода	Напряжение, В		Ток, А		Число витков	Марка и диаметр провода	Рабочая частота, Гц
			U _{x/x}	U _{нагр}	I _{x/x}	I _{нагр}			
	I	1-2	4,7	4,7	0,005	0,01	200	ПЭТВ-2 0,1	9±0,5 кГц
		2-3	4,7	4,7					
II	4-5	2,04	2	0,01	87				
	5-6	2,04	2						

И25.730.201 — катушка
Магнитопровод М2000 НМ1-17
К16×10×4,5-1

Рис. 1.

Трансформатор И24.730.229

Схема обмотки	Номер обмотки	Номер вывода	Напряжение, В		Ток, А		Число витков	Марка и диаметр провода	Рабочая частота, Гц
			U _{x/x}	U _{нагр}	I _{x/x}	I _{нагр}			
	I	1-2	10,6	10,6	0,02	0,06	110	ПЭТВ-2 0,16	20 кГц
		2-3	10,6	10,6					
II	4-5	1,83	1,8	0,2	19				
III	6-7	1,83	1,8						

И25.730.229 — катушка
Магнитопровод М2000 НМ1-17
К16×10×4,5-1

Рис. 2.